

Производители электроэнергии

Джеймс Дж. Уолш
Брат Потамиан

Makers of Electricity

Brother Potamian
and
James J. Walsh

1909

Электронная книга проекта "Гутенберг" о производителях электричества

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Производители электроэнергии

Автор: Брат Потамиан

Джеймс Дж. Уолш

Дата выхода: 21 апреля 2014 г. [Электронная книга № 45446]

Последнее обновление: 24 октября 2024 г.

Язык: Английский

Титры: Продюсерами выступили Дэвид Эдвардс, Роберт Морс, Альберт Ласло и команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру на <http://www.pgdp.net> (Этот файл был создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** ЗАПУСК ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "СОЗДАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА" ***

Изображение на обложке создано автором и находится в общественном достоянии.

Производители электроэнергии

АВТОР: БРАТ ПОТАМИАН, F.S.C., D.Sc., Лонд.

ПРОФЕССОР ФИЗИКИ В МАНХЭТТЕНСКОМ КОЛЛЕДЖЕ, Нью-Йорк

И Джеймс Дж. УОЛШ, доктор медицины, доктор философии, ДОКТОР ПРАВА
ДЕКАН И ПРОФЕССОР НЕРВНЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ИСТОРИИ МЕДИЦИНЫ МЕДИЦИНСКОЙ ШКОЛЫ
ФОРДХЭМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА; ПРОФЕССОР ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПСИХОЛОГИИ В
КАФЕДРАЛЬНОМ КОЛЛЕДЖЕ, НЬЮ-ЙОРК



ИЗДАТЕЛЬСТВО ФОРДЕМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
НЬЮ - ЙОРК
1909

Авторское право, 1909,
Издательство Фордемского университета,
Нью-Йорк.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Этот том представляет собой попытку создать то, что можно назвать биографической историей электричества. Основная идея при его подготовке заключалась в том, чтобы представить краткие, но достаточно полные очерки жизни великих первопроходцев в области электричества, новаторских исследователей, которые явно вышли за рамки того, что было известно до них, не просто для того, чтобы добавить немного информации к предыдущим знаниям, но и для того, чтобы следующим поколениям было легко прийти к выводам в области электротехники, которые были бы совершенно невозможны до завершения их разоблачительной работы. Жизни этих людей интересны не только как история науки, но особенно как человеческие документы, показывающие тип людей, которые, вероятно, добьются больших успехов в науке, и, прежде всего, демонстрирующие, каким был взгляд таких оригинальных мыслителей на все великие проблемы окружающего нас мира.

В последнее время у многих людей сложилось впечатление, что современная наука ведет к такому исключительному занятию материальными вещами, что ученые почти неизбежно теряют из виду более глубокое значение таинственного мира, в котором находится человечество на этой планете. Однако жизнь этих великих пионеров в области электричества не дает ни малейших свидетельств, подтверждающих такое впечатление. Все они твердо верили в существование Провидения, Творца, ответственности человека за свои поступки перед этим Творцом и в загробную жизнь, полную наград и наказаний, где санкция ответственности должна быть исполнена. Кроме того, это были люди, которым присущи одни из лучших качеств человеческой природы. Товарищи любили их за бескорыстие, за готовность помогать другим, за преданность своей работе и своим обязанностям учителей, граждан и патриотов. Почти все без исключения они были настолько же выше среднего уровня человечества в своей личной этике, насколько и в своих интеллектуальных качествах.

Жизни таких людей, которые в свое время были вдохновляющими силами, столь же поучительны, сколь и ободряющи. Возможно, никогда так сильно, как сейчас, мы не нуждаемся в таком вдохновении и озарении, чтобы поднять жизнь на более высокий уровень цели и свершений, чем тот, на который она так склонна опускаться, когда материальные интересы привлекают почти исключительное внимание.

Содержание

Перегрин и Колумб	1
Норман и Гилберт	29
Франклин и некоторые современники	68
Гальвани, первооткрыватель животного электричества	133
Вольта, основатель электротехники	162
Кулон	188
Ханс Кристиан Эрстед	205
Андре Мари Ампер	232
Ом, основатель математического электричества	258
Фарадей	299
Клерк Максвелл	334
Лорд Кельвин	361

ИЛЛЮСТРАЦИИ

Двойная поворотная стрелка Петруса Перегринуса	17
Первый поворотный компас Peregrinus, 1269 г.	19
Магнитное склонение в Нью-Йорке	21
" " " Сан-Франциско	21
" " в Лондоне в 1580 и 1907 гг.	23
Первый круг с наклоном, изобретенный Норманом в 1576 г.	29
Иллюстрация Нормана магнитного наклона	31
Сфера добродетели Гилберта, 1600 г.	32
Поведение стрелки компаса на земной или сферической поверхности. магнит	44
"Версориум" или электроскоп Гилберта	69
Электрические колокольчики Гордона, 1745 г.	75
Современная форма лейденской банки с подвижными покрытиями	87
Три последовательно расположенных стекла с покрытием	89
"стекла параллельно"	89
банки параллельно	90
" банки каскадом	90
Разряжаются чередующимися контактами	94
Кисточка из длинных нитей или светлых полосок бумаги	101
Прокопий Дивиш (1696-1765)	108
Громоотвод Divisch (1754)	111
Набор заостренных стержней	112

Гальвани (портрет) напротив страницы	133
Вольта " " " "	162
Эрстед " " " "	205
Магнитный эффект электрического тока	209
Магнитное поле, окружающее проводник, несущий электрический ток. ток	212
Магнитный вихрь, окружающий провод, по которому проходит ток	213
Молекулярные токи Ампера	214
"Симпатический телеграф" из " <i>Философии магнита</i> " Кабео, 1629 г.	216
"Симпатический телеграф" из " <i>Ars Notoria</i> " Тернера, 1657 г.	218
Ампер (портрет) на противоположной странице	232
Фарадей " " " "	299
Клерк Максвелл (портрет) на противоположной странице	334
Лорд Кельвин " " "	361

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

ГЛАВА I.

Перегринус и Колумб.

Древние установили законы литературной формы как в прозе, так и в стихах и завещали потомкам произведения, которые до сих пор служат образцами совершенства. Их поэтов и историков продолжают читать ради повествования и красоты стиля; их философов - за широту и глубину мысли; а их ораторов - за взвешенный анализ и страстное красноречие.

И в точных науках древние были заметными лидерами благодаря количеству и масштабности сделанных ими открытий. Вам стоит только подумать об Евклиде и его "Элементах", об Аполлонии и его кониках, об Эратосфене и его определении окружности земли, об Архимеде и его измерении сферы, а также о надписи в Академии Платона: "*Пусть никто, несведущий в геометрии, не войдет в мою дверь*", чтобы осознать любовь греческого ума к абстрактной истине, его гибкость и изобретательность в математических исследованиях.

Но науки о наблюдении развивались неодинаковыми темпами; этого и не следовало ожидать, поскольку время является важным элементом в экспериментировании и сборе данных, которые необходимы для построения теорий, объясняющих природные явления.

Медленность прогресса хорошо видна на примере развития двух дисциплин - электричества и магнетизма. Что касается магнита, которым мы занимаемся в настоящее время, то это привлекательное свойство было единственным, известным античной философии в течение шестисот лет, со времен Фалеса до эпохи Цезарей, когда Лукреций писал о природе вещей латинскими стихами.

Лукреций записывает скудные магнетические знания своих предшественников, а затем продолжает развивать собственную теорию, объясняющую феномен чудотворного камня. Книга VI "О повторной природе" содержит его рассуждения о магните вместе с некоторыми наблюдениями, которые показывают, что поэт был не только мыслителем, но и в некоторой степени экспериментатором. Таким образом, он признает магнитное *отталкивание*, когда говорит: "Иногда случается также, что вещество железа отступает от камня, как будто привыкло отталкиваться от него и по очереди следовать за ним".

За этим признанием отталкивающего свойства магнита немедленно следует описание эксперимента, на который часто ссылаются в работах по философии магнетизма. Оно гласит: "Таким образом, я видел куски железа, лежащие в медных сосудах, которые приводились в движение и вспыхивали, когда под ними перемещали магнит"; или метрически,

И часто на медных сосудах мы можем отмечать
самофракийские колечки или фрагменты, тонко
отчеканенные из настоящего железа, ограничивающие высоту,
Когда магнит находится близко снизу, он проявляет свою силу.

Этот эксперимент, увиденный и записанный Лукрецием, представляет особый интерес для изучающих историю магнетизма из-за использования железных опилок, а также потому, что он побудил некоторых авторов приписать поэту знание того, что известно сегодня под различными названиями магнитных фигур, магнитных кривых, магнитного спектра. Мы, однако, не разделяем эту точку зрения, поскольку не видим адекватного сходства между положениями, которые принимают щетинистые частицы железа в одном случае, как описано римским поэтом, и непрерывными симметричными изгибами наших лабораторий в другом. Если Лукреций и заметил такие изгибы в своих медных сосудах, он этого не говорит; этого не говорит и скудное описание магнитных явлений, приведенное в книге VI. Это дает нам основания предполагать, что он это сделал.

Использование железных опилок для составления карты всего силового поля, окружающего магнит, было неизвестно классической древности; оно не было известно Перегрину или Роджеру Бэкону в тринадцатом веке или даже Гилберту в шестнадцатом. Заслуга в возрождении использования опилок и использовании их для указания направления результирующей силы в любой точке поблизости от магнита принадлежит итальянскому иезуиту Кабео, который описал и проиллюстрировал это в своей "Философии магнита", опубликованной в Ферраре в 1629 году. На странице 316 этой знаменитой работы можно найти рисунок, первый в своем роде, показывающий положение, которое занимают опилки при обильном просеивании над магнитом: толстые пучки на полярных концах с изогнутыми линиями в других частях поля.

Самофракийские кольца, упомянутые в процитированном выше отрывке, представляли собой легкие полые железные кольца, которые жонглеры того времени для развлечения толпы удерживали подвешенными одно к другому с помощью магнита.

Описывая магнит, Лукреций говорит:

Люди удивляются его невидимым, могущественным добродетелям,
на его странные эффекты они смотрят удивленными глазами,
Когда без помощи петель, звеньев или пружин

мы держим подвесную цепь из стальных колец.
Выпавшее из камня — камня, являющегося связующим источником, —
Кольцо прилипает к кольцу и обладает магнитной силой;
Те, что удерживаются наверху, удерживают те, что внизу;
Круг под кругом вниз тянется напрасно
, в то время как свободно парящая в воздухе колеблющаяся цепь.

Хотя римский поэт был знаком с двумя ведущими свойствами магнита, а именно с притяжением и отталкиванием, ни в процитированных выше строках, ни в каких-либо других строках его великой дидактической поэмы нет ничего, что указывало бы на то, что он осознавал замечательную разницу, которая существует между одним концом магнита и другим. Полярность магнита, как мы его называем, была ему неизвестна и оставалась неизвестной в течение 1200 лет.

В течение этого долгого периода к мировым магнетическим знаниям не добавилось ничего важного. Правда, из томов древних авторов было извлечено несколько басен, которые завоевали доверие и популярность отчасти из-за пристрастия человеческого разума ко всему чудесному, а отчасти также из-за репутации авторов, которые выступали их спонсорами.

Плиний (23-79 гг. н.э.) посвящает несколько страниц своей "Естественной истории" природе и географическому распределению различных видов магнитов, один из которых, как говорили, отталкивает железо точно так же, как обычный магнит притягивает его. Излишне говорить, что в царстве минералов такого камня нет, хотя Плиний называет его *теамедес* и говорит, что он был найден в Эфиопии.

Плиний ответственен за другой миф, который долгое время пользовался благосклонностью последующих авторов, когда он говорит, что некий архитектор намеревался поместить массу магнетита в свод александрийского храма с целью удержания железной статуи царицы Арсиной подвешенной в воздухе. Подобный сказочный характер имеет часто повторяемая история о Магомете, согласно которой железный саркофаг с его останками был подвешен с помощью магнита между крышей храма в Мекке и землей.

На самом деле Магомет умер в Медине и был похоронен там обычным образом, так что рассказанная в настоящее время история о подвешивании его гроба в "Священном городе" Мекке содержит двойную ошибку, одну из которых касается места, а другую - положения. Согласно недавнему (1908 г.) императорскому указу турецкого султана, гробница освещена электрическим светом таким образом, который считается достойным "Пророка ислама".

Через четыре столетия после Плиния Клавдиан, последний из латинских поэтов, как его называют, написал на магните идиллию из пятидесяти семи строк, которая не содержит ничего, кроме поэтических обобщений. Святые Амвросий (340-397) и Палладий (368-430), писавшие о брахманах Индии, рассказывают, как считалось, что определенные магнитные горы притягивают железные гвозди с проходящих кораблей и как деревянные колышки заменяли гвозди на судах, идущих в Тапробан, современный Цейлон. Святой Августин (354-430) описывает в своем "De Civitate Dei" чудо, которое он испытал, увидев, как кусочки железа, содержащиеся в серебряном блюде, следуют за каждым движением магнита, находящегося под ним.

Со временем легендарная литература о магните стала обильной и в некоторых отношениях забавной. Так, мы читаем о магните "плоти", наделенном необычайной способностью прилипать к коже и даже вытягивать сердце из человека; о "золотом" магните, который притягивает частицы драгоценного металла из смеси песка; о "белом" магните, используемом в качестве фильтра; о различных магнитных мазях, одна из которых, нанесенная на лысую голову, вызывает рост волос; о магнитных пластырях для облегчения головной боли; о магнитных аппликациях для облегчения зубной боли и рассеивания меланхолии; о магнитных настояшках для лечения водянки, для подавления споров. и даже помирить мужа и жену. Не менее вымышленным было пагубное воздействие на магнитопровод, приписываемое на заре существования морского компаса луку и чесноку; и все же вера в этот вымысел была настолько глубоко укоренившейся, что морякам, ориентирующимся по компасу, запрещалось употребление этих овощей, чтобы своим дыханием они не отравили "указатель полюса" и не отклонили его от истинного направления. Более разумным, чем этот запрет, было морское законодательство некоторых северных стран для защиты магнита на борту судна. Согласно этому уголовному кодексу, моряк, признанный виновным в манипулировании магнитом, используемым для поглаживания игл, должен был привязывать руку виновного к мачте корабля, вонзая в нее кинжал, пока, оторвав плоть, он не освободится.

Только во времена крестовых походов люди в Европе начали осознавать *направляющее* свойство магнита, благодаря которому свободно подвешенная стрелка компаса занимает определенное положение относительно линии север-юг, свойство, полезное путешественнику на суше и в высшей степени полезное мореплавателю на море.

Обычно говорят, что компас был завезен в Европу вернувшимися крестоносцами, которые слышали о нем от своих врагов-мусульман. Они, в свою очередь, почерпнули свои знания у китайцев, которым приписывают его использование на море еще в третьем веке нашей эры.^[1]

Одно из самых ранних упоминаний о парусном компасе принадлежит труверу Гийо де Провен,^[2] который написал около 1208 года сатирическое стихотворение из трех тысяч строк, в котором встречается следующий отрывок:

Моряки пользуются искусством, которое не может обмануть.

У них есть уродливый камень коричневого цвета,
к которому охотно присоединяется железо

; приложив к нему иглу,

они кладут ее на соломинку

И просто опускают в воду,

где соломинка заставляет ее плавать.

Затем точка поворачивается прямо.

К звезде с такой уверенностью,

что ни один человек никогда не усомнится в этом,

И это никогда не пойдет наперекосы.

Когда море темное и затянуто дымкой,

Когда не видно ни звезд, ни луны,

Тогда они зажигают фонарь с помощью иглы

И не боятся сбиться с пути.

Острие поворачивается к звезде;

И моряков учат
Следовать правильным путем.
Это искусство, которое не может потерпеть неудачу.

Автор был едким и бесстрашным критиком, который с равной свободой хлестал духовенство и мирян, дворян и принцев и даже самого правящего понтифика, все они, по мнению сатирика, должны быть для своих подданных тем же, чем полярная звезда для моряков - маяком, который ведет их по бурному морю жизни.

В ранние годы Гийо много путешествовал, но позже удалился от мира, который презирал, и закончил свои дни в мирном уединении бенедиктинского аббатства Ключи.

Интересная ссылка, аналогичная по характеру упоминанию менестреля Гайо, содержится в испанском своде законов, известном как Las Siete Partidas Альфонсо эль Сабио, начатом в 1250 году и завершеном в 1257 году. Там написано:

"И подобно тому, как моряки ориентируются в темную ночь по стрелке, которая является для них связующим звеном между магнитом и звездой и, таким образом, показывает им, куда им плыть, как в плохие времена года, так и в хорошие; так и те, кто должен давать советы королю, должны всегда руководствоваться справедливостью, которая является связующим звеном между Богом и миром, во все времена воздавать должное добрым и наказывать Злых, каждому по заслугам".[3]

Необходимо будет привести еще несколько выдержек из произведений авторов первой половины XIII века, чтобы показать, как мало было известно о магните и насколько примитивными были первые приборы, использовавшиеся в навигации, когда на сцене появился Перегринус.

Кардинал Жак де Витри, несколько лет проживший на Востоке, написал свою "Историю Востока" между 1215 и 1220 годами, в которой он говорит:

"Железная игла, коснувшись магнита, поворачивается к полярной звезде, так что такая игла необходима тем, кто плавает по морям".

Этот отрывок знаменитого кардинала, по-видимому, указывает на то, что уже тогда компас был широко известен и широко использовался в навигации.

Неккам (1157-1217), августинский аббат Сайренсестера, писал в своем "Утенсилibus":

"Среди корабельных припасов должна быть игла, *установленная на дротик*, которая будет колебаться и поворачиваться до тех пор, пока острие не будет смотреть на север; таким образом, моряки будут знать, как направлять свой курс, когда полярная звезда скрыта из-за беспокойного состояния атмосферы".

Этот отрывок представляет историческую ценность, поскольку содержит, вероятно, самое раннее известное упоминание о настенном или поворотном компасе. До введения этого способа подвешивания иглу плавали на соломинке, в тростнике, на куске пробки или полоске дерева, и все эти способы плавания, взятые в сочетании с неустойчивостью судна в беспокойных водах, должны были затруднять наблюдение и быть неудовлетворительными.

Брунетто Латини (1230-1294) вскользь упоминает о новом магнетическом знании в своих "Жизнеописаниях о трезоре", которые он написал в 1260 году, во время своего изгнания в Париже.

"Моряки бороздят моря, - говорит он, - руководствуясь двумя звездами, называемыми трамонтанами; и каждая из двух частей магнита направляет кончик иглы, коснувшейся его, к определенной звезде, к которой поворачивается эта часть самого камня".

Хотя Брунетто был талантливым государственным деятелем, оратором и философом, наставником Данте во Флоренции и гостем брата Бэкона в Оксфорде, он не совсем правильно понял философию иглы в этом отрывке; поскольку часть, которой коснулся северный конец магнита, приобретет южную полярность и, следовательно, не повернется к тому же "трамонтану", что и конец камня, которым его коснулись.

Сам Данте признавал оккультное влияние на стрелку компаса, исходящее от полярной звезды, когда писал:

"Из сердца одного из новых огней
Донесся голос, который, обращаясь к звезде,
заставил меня появиться, повернувшись туда.
Рай, XII., 28-30.

Следующий писатель по списку - Раймонд Люлли (1236-1315), который был известен своей разносторонностью, объемистыми трудами и обширными путешествиями, а также усердием, которое он проявил в обращении африканских мавров. Люлли пишет в своем "О созерцании": "Как игла, коснувшись магнита, поворачивается на север, так и игла моряков направляет их над морем".

Это подводит нас к последнему из наших доперегриновских писателей, который делает определенные намеки на использование компаса в навигационных целях, а именно к Роджеру Бэкону, одному из самых прославленных людей тринадцатого века, каким он был бы и в двадцатом. Именно по просьбе своего покровителя, папы Климента IV, Бэкон написал свой "Opus Majus", труд, в котором он рассматривает все науки и в котором он защищает экспериментальный метод как правильный для изучения природных явлений и единственный, который послужит расширению границ человеческого знания. В разделе, посвященном магниту, проводится четкое различие между физическими свойствами двух концов магнита; ибо "железо, к которому прикоснулся магнит, - говорит он, - следует за концом, которым к нему прикоснулись, и отворачивается от другого". Помимо признания магнитной полярности, это равносильно утверждению, что непохожие полюса притягиваются, в то время как сходные полюса отталкиваются друг от друга. Далее Бэкон замечает в качестве подтверждения, что если полоску железа опустить в таз, то конец, которого коснулся магнит, последует за камнем, в то время как другой конец убежит от него, как ягненок от волка. Однако известно более раннее признание полярности магнита; поскольку аббат Неккам за пятьдесят лет до этого обратил внимание на двойственную природу физического действия магнита, привлекающего в одной части (скажем) симпатию и отталкивающего в другой из-за антипатии. Во времена Бэкона и на протяжении столетий после него было распространено убеждение, что стрелка компаса направляется полярной звездой, часто называемой звездой моряка; но сам Бэкон так не думал,

предпочитая верить вместе с Перегринусом, что она управляется не какой-то одной звездой или каким-то одним созвездием, а всей небесной сферой. Другие его современники искали причину директивного свойства вовсе не в небесах, а в самой земле, приписывая это гипотетическим железным рудникам, которые, что вполне естественно, были расположены в регионах, расположенных вблизи полюса. Перегринус фиксирует это мнение, которое он критикует и отвергает, говоря в главе X. что люди, придерживающиеся такой доктрины, "не знают о том факте, что во многих различных частях земного шара найден магнит; из чего следует, что стрелка должна поворачиваться в разных направлениях в зависимости от местности, что противоречит опыту". Чуть дальше он излагает свою собственную точку зрения, говоря: "Из предыдущих глав очевидно, что мы должны заключить, что не только с северного полюса (мира), но и с южного полюса, а не из рудничных жил, добродетель течет к полюсам магнита".

Необходимо было накопить наблюдения и провести много экспериментов, прежде чем было окончательно установлено, что причину направляющего свойства магнита следует искать вовсе не в глубинах удаленных звезд, а в самой земле, когда весь земной шар действует как колоссальный магнит, частично благодаря магнитной руде, залегающей вблизи поверхности, а частично также благодаря электрическим токам, обусловленным солнечным теплом, циркулирующим в земной коре.

О ранних годах Пьера ле Пелерина (Петруса Перегринуса) ничего не известно, кроме того, что он родился в богатой семье в Марикуре, деревне в Пикардии на севере Франции. Из его академического звания магистра мы делаем вывод, что он получил лучшее образование, доступное в то время, вероятно, в Парижском университете, который тогда находился на пике своей славы. Его репутация математика и механическое мастерство пересекли Ла-Манш и достигли монаха Бэкона в Оксфордском университете. В своем "Opus Tertium" францисканский монах описывает уважение, с которым он относился к своему другу-пикардийцу, говоря: "Я знаю только одного человека, который заслуживает похвалы за свою работу в области экспериментальной философии, потому что его не волнуют рассуждения людей или их словесная брань, но он спокойно и усердно занимается делами мудрости. Следовательно, то, к чему другие стремятся вслепую, как летучие мыши в вечерних сумерках, этот человек созерцает во всем их блеске, потому что он мастер экспериментов".

Продолжая оценку достижений своего галльского друга, он говорит: "Он знает все естественные науки, будь то медицина и алхимия или небесные и земные материи. Он усердно трудился при плавке руд, а также при обработке минералов; он досконально знаком со всеми видами оружия и орудий, используемых на военной службе и на охоте, кроме того, он искусен в сельском хозяйстве, а также в измерении земель. Невозможно написать полезный или корректный трактат по экспериментальной философии, не упомянув имени этого человека. Более того, он стремится к знаниям ради них самих; ибо если бы он пожелал снискать королевскую милость, он мог бы легко найти монархов, которые почтили бы и обогатили его".

Это одновременно прекрасная дань уважения работе и характеру Перегринуса и решительное признание первостепенной важности лабораторных методов для продвижения обучения. Из такого свидетельства, исходящего от выдающегося члена научного братства, очевидно, что миру не нужно было ждать прихода канцлера Бэкона или публикации его *Нового органа* в 1620 году, чтобы научиться проводить научные исследования по достоверному вопросу. Называйте

этот метод как хотите, индуктивным, дедуктивным или и тем и другим вместе, метод, пропагандируемый францисканским монахом тринадцатого века, был тем, которому следовали во все времена от Архимеда до Перегринуса и от Перегринуса до Гилберта, никто из которых ничего не знал о напыщенных фразах лорда Бэкона и высокой оценке индуктивного метода исследования для продвижения физических знаний. Скажем мимоходом, что Бэкон, каким бы выдающимся он, несомненно, ни был в области высшей философии, не был, тем не менее, ни математиком, ни человеком науки; он никогда не подвергал практической проверке правила, которые он с такой уверенностью и ожиданием установил для руководства физическими исследованиями. Более того, за три столетия, прошедшие с обнародования доктрины Бэконизма, в науке не было сделано ни одного открытия, которое можно было бы приписать ей; люди, известные в мире своими научными достижениями, постоянно игнорировали ее и не давали абсолютно никаких результатов.

Пегринус, с другой стороны, не останавливается на перечислении мнений, он даже не цитирует Аристотеля; но он экспериментирует, наблюдает, рассуждает и делает выводы, которые подвергает дальнейшей проверке экспериментом, прежде чем окончательно принять их. Тогда, и только тогда, он поднимается от уровня физика к уровню философа, от соотнесения фактов и явлений к открытию законов, которые ими управляют, и причин, которые их порождают. Более того, он не спешил сообщать миру, что в один прекрасный день он шлифует магниты, а на следующий поворачивает стрелки компаса; в высшей степени его заботило открытие фактов, новых явлений, новых методов. Пегринус не был ни эссеистом, ни человеком, изучающим только книги. Он был трезвомыслящим, внимательным и находчивым работником, человеком, который предпочитал факты фразам, а наблюдения домыслам.

В какой-то период своей жизни мастер Питер применил свою изобретательность для решения задачи практической оптики, связанной с изготовлением горящего зеркала больших размеров, чем-то напоминающего Архимедово; но хотя он потратил на это три года и соответственно большую сумму денег, монах Бэкон, который упоминает этот факт, не сообщает нам, какой степени успеха было достигнуто. Бэкон, однако, пользуется случаем, чтобы намекнуть на возможную причину неудачи, поскольку он говорит, что для его друга нет ничего трудного, *если только это не связано с нехваткой средств*.

Столетия спустя французский натуралист Бюффон занялся той же оптической проблемой, чтобы показать, что подвиг, приписываемый Архимеду во время осады римлянами Сиракуз, не был невозможным. Для этой цели он использовал 168 маленьких зеркал в конструкции большого вогнутого отражателя, с помощью которого он поджигал дерево на расстоянии 150 футов и преуспел в расплавлении свинца на расстоянии 140 футов. Поскольку это было сделано в зимнее время в Париже, был сделан вывод, что было бы вполне возможно поджечь римскую трирему с безопасного расстояния концентрированной энергией сицилийского солнца.

Если Пегринус был бодр умом, то он, по-видимому, был очень активен телом. Побуждаемый, без сомнения, высшими мотивами христианской веры и, возможно, немного также своей любовью к путешествиям и приключениям, он в юности принял крест и присоединился к одной из крестоносных экспедиций того времени. У нас нет прямых доказательств того, что он отправился в страну пайнимов; но мы выводим этот факт из титула Пегринус, или Пилигрим, под которым он известен, его полное имя Пьер ле Пелерин де Марикур, или, в латинизированной форме, Петрус Пегринус де Марикур.

В 1269 году мы находим его вовлеченным в военную экспедицию, предпринятую Карлом, герцогом Анжуйским, с целью вернуть ему как королю Обеих Сицилий восставший город Лучера на юге Италии. Он служил в том, что можно было бы назвать инженерным корпусом армии, и занимался укреплением лагеря и строительством механизмов защиты и нападения. В отличие от своих товарищей по оружию, Перегринус не позволяет себе полностью погружаться в военные обязанности и не тратит часы досуга на легкомысленные развлечения; его мысли сосредоточены на более высоких вещах; он поглощен проблемой практической механики, которая потребовала от него изобрести механизм, который какое-то время приводил бы в движение армиллярную сферу.

Описывая необходимый механизм в том виде, в каком он его себе представлял, он постепенно пришел к рассмотрению общей и более увлекательной проблемы самого вечного двигателя, в результате чего его охватил некоторый энтузиазм, когда он подумал, что видит возможность сконструировать постоянно вращающееся колесо, движущей силой которого было бы магнитное притяжение, притяжение магнита к ряду железных зубьев, расположенных на равных расстояниях по периферии колеса. Устройство хорошо выглядело на бумаге, дальше этой стадии его не переносили, возможно, из-за отсутствия досуга или, что более вероятно, из-за отсутствия необходимых материалов и инструментов. Если бы Перегринус смог проверить свои теоретические взгляды на *магнитный двигатель* с помощью реального эксперимента, обманчивый характер вечного двигателя был бы признан на раннем этапе мировой истории, и много времени и денег было бы потрачено на более прибыльные инвестиции.

Это самое колесо, которое было сконструировано в окопах перед Люсерой в 1269 году, вероятно, стало причиной уничтожающего упрека, который Джастин Хантли Маккарти высказывает в своей "Истории французской революции", том I., стр. 256, где он говорит: "В длинной истории негодяйства от *Перегринуса* до Бэмфилда Мура Кэрю, ни один негодяй не выступает вперед с такой великолепной наглостью, такой величественной наглостью, таким поразительным успехом, как Калиостро". Мягко говоря, это очень серьезная оговорка со стороны ирландского историка Французской революции, в которой первопроходца науки первого ранга и возвышенного патриота принимают за шарлатана самого низкого пошиба.

Хотя Перегринус возлагает бремя конструирования своего колеса на других, он, по-видимому, не считал это напрасным тщеславием; ибо в начале последней главы "Эпистолы" он говорит: "В этой главе я познакомлю вас с конструкцией колеса, которое удивительным образом движется непрерывно". Он пишет из Южной Италии своему другу Сигеру (Syger, Сигерус) домой, в Пикардию; и чтобы этот друг мог лучше понять механизм колеса, он продолжает систематически описывать различные свойства магнита, все из которых он исследовал и многие из которых открыл. Таким образом, "Эпистола" Перегринуса является первым из когда-либо написанных трактатов о магните; она является первой великой вехой в философии магнетизма.

Работа разделена на две части — первая содержит десять глав, а последняя - три. "По твоей просьбе, - говорит он своему другу, - я открою тебе в грубом повествовании несомненную, хотя и скрытую силу магнита, о которой философы до настоящего времени не дают нам никакой информации. Из любви к вам я буду писать простым стилем о вещах, совершенно неизвестных обычному человеку".

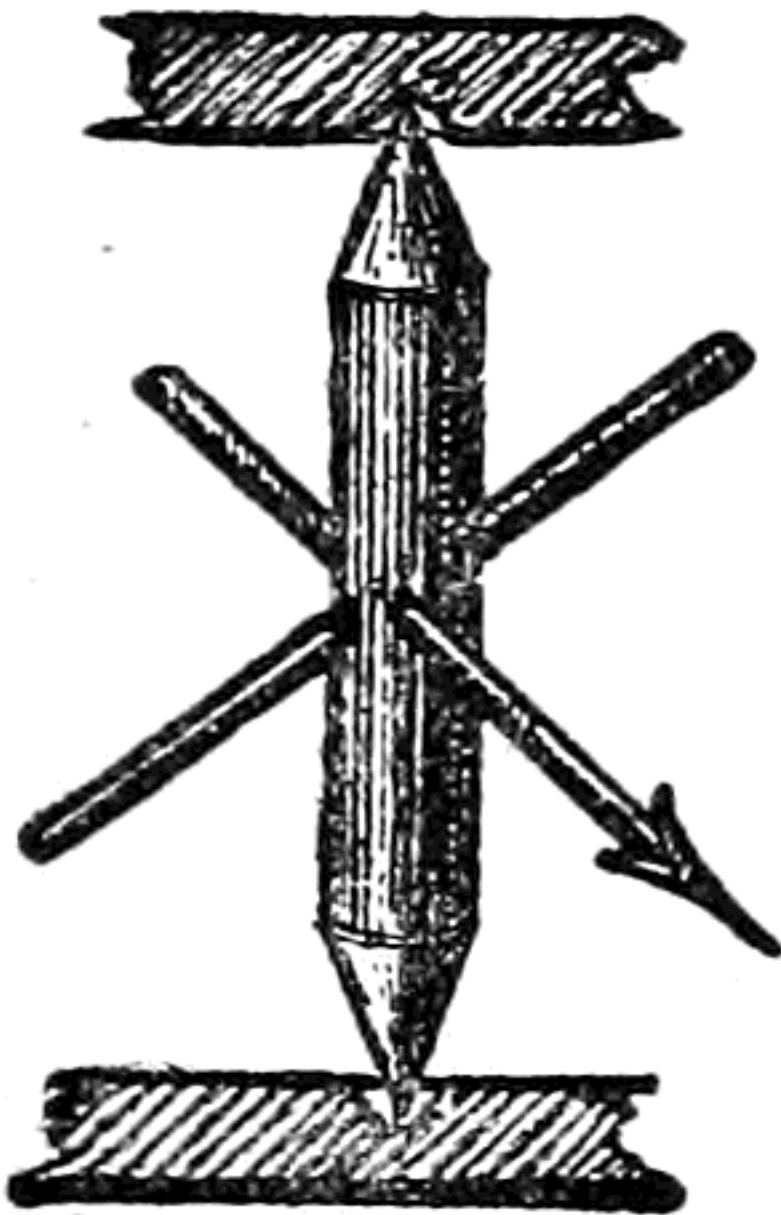


Рис. 1

Игла Петра Перегринуса с двойным поворотом, 1269 г. н. э.

После этого заявления относительно первоначального характера своей работы Перегринус продолжает: "Вы должны знать, что тот, кто желает поэкспериментировать, должен быть знаком с природой вещей; он также должен быть искусен в манипулировании, чтобы с помощью этого камня он мог добиться этих чудесных результатов".

Названия глав дадут представление о всеобъемлющем характере магнитной работы, проделанной автором, и в то же время покажут, как много было известно о магните в XIII веке.

ЧАСТЬ I.

Глава I. Цель этой работы.

II. Квалификация экспериментатора.

III. Характеристики хорошего магнетита.

IV. Как различить полюса магнита.

- V. Как определить, какой полюс северный, а какой южный.
- VI. Как один магнит притягивает другой.
- VII. Как железо, к которому прикасается магнит, поворачивается к полюсам мира.
- VIII. Как магнит притягивает железо.
- IX. Почему северный полюс одного магнита притягивает южный полюс другого, и *наоборот*.
- X. Исследование природных свойств магнита.

ЧАСТЬ II.

Глава I. Устройство прибора для измерения азимута солнца, луны или любой звезды, когда они находятся на горизонте.

II. Создание более совершенного прибора для той же цели.

III. Искусство изготовления колеса с вечным двигателем.

Внимательное прочтение тринадцати глав этого трактата, состоящего из 3500 слов, покажет, что:

(1) Перегринус определяет определенное положение того, что он называет *полюсами* магнита, и дает практические указания, как определить, где север, а где юг.

(2) Он устанавливает два фундаментальных закона магнетизма, согласно которым одинаковые полюса отталкиваются, а непохожие притягиваются друг к другу.

(3) Он экспериментально демонстрирует, что каждый фрагмент магнита представляет собой полноценный магнит, и показывает, как следует соединять фрагменты, чтобы воспроизвести полярность цельного камня.

(4) Он показывает, как полюс магнита может нейтрализовать более слабый магнит с тем же названием и даже изменить его полярность.

(5) Он поворачивает намагниченную иглу и окружает ее кругом, разделенным на 360 градусов.

Это краткое изложение показывает большой прогресс, достигнутый автором в изучении того, что было известно о магните до него. Большинство важных фактов в области магнетизма четко описаны и указаны некоторые из их применений. Это понимание и объяснение магнитных явлений было настолько тщательным и завершенным, что в течение следующих трехсот лет к нему не было добавлено ничего важного.

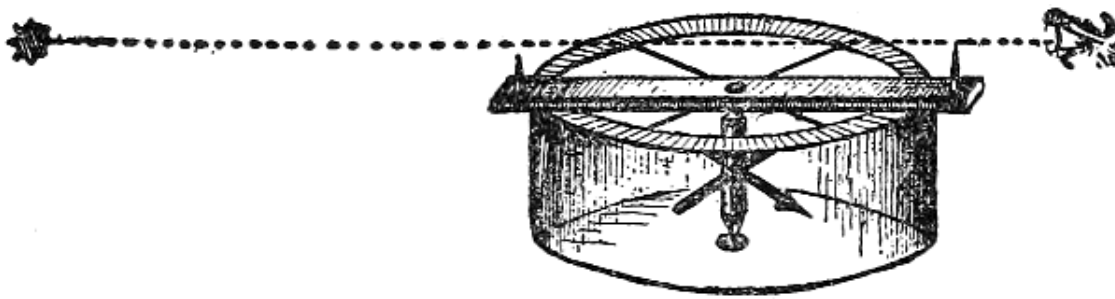


Рис. 2

Первый поворотный компас, Перегринус, 1269 г.

В компасе, который Перегринус изобрел для использования в навигации, легкая магнитная стрелка была продета через тонкую вертикальную ось, сделанную из дерева, на оси которой также находился указатель из латуни или серебра, расположенный под прямым углом к стрелке. Согласно верованиям того времени, магнитная стрелка показывала северную и южную точки горизонта, в то время как латунная стрелка определяла восточную и западную точки. Этот компас, обращая ваше внимание на двойной поворот, был снабжен градуированным кругом и подвижным рычагом с парой вертикальных штифтов на концах, который позволял навигатору определять магнитное направление солнца, луны или любой звезды во время восхода или захода. "С помощью этого инструмента", - говорит автор в гл. II. "вы можете направлять свой курс к городам, островам и любому другому месту, куда бы вы ни пожелали отправиться, по суше или по морю, при условии, что вы знаете широту и долготу места, которого вы хотите достичь".

Изобретение компаса приписывают некоему Флавио Джодже, мореплавателю из Амальфи, процветающего морского городка на юге Италии. Если мы признаем, что Джоджа был реальным, а не вымышленным человеком, мы, однако, не можем согласиться с утверждением его соотечественников, когда они говорят, что он научил моряка пользоваться компасом в 1302 году; поскольку мы видели, что Перегринус отчетливо заявляет, что на его компас, описанный в 1269 году, мог полагаться как путешественник на суше, так и путешественник по морю.

Джодже, возможно, принадлежит заслуга в том, что он упростил и усовершенствовал компас. Вполне вероятно, что он подвесил стрелку на одну ось вместо двух, которыми пользовался Перегринус, и что он добавил карту компаса с тридцатью двумя делениями, прикрепив ее к самой стрелке, тем самым существенно улучшив практический характер компаса как навигационного инструмента.

С другой стороны, в отношении Перегринуса были выдвинуты претензии, которые не могут быть приняты. Его странствующий соотечественник Тевено в семнадцатом веке выдвинул предположение, что автор "Эпистолы" был знаком с магнитным склонением, в силу которого свободно подвешенный магнит не указывает на север или юг, а пересекает географический меридиан под определенным углом.

Написанный в 1681 году, Тевено говорит в своих "Воспоминаниях о путешествиях", что: "До наших дней было общепринятым мнением, что склонение магнитной стрелки впервые наблюдалось где-то в начале прошлого (16-го) века. Однако я обнаружил, что в 1269 году имело место склонение на пять градусов, обнаружив запись об этом в рукописи с названием "Эпистола Петри Адсигерии" и т. Д.

Название рукописи, которую видел Тевено, однако, не такое, как он дал его выше, а "Epistola Petri ad Sygerium" и т.д., Что является совершенно другим прочтением.

Известно о существовании двадцати восьми рукописных копий "Эпистолы", и только одна из них, хранящаяся в Лейденском университете, содержит отрывок, на который ссылается Тевено. Эта рукопись была объектом тщательного изучения и критического анализа Венкебахом (1865) и другими компетентными учеными, которые объявили ее поддельным дополнением, сделанным некоторое время назад, в начале 16 века.[4]

Во времена Перегринна, вероятно, склонение не превышало трех градусов в Париже или на берегах Средиземного моря, величина настолько малая, что ее было бы трудно обнаружить; а если бы и было обнаружено, то было бы приписано либо ошибкам в конструкции используемого инструмента, либо неточности со стороны наблюдателя. Вот что случилось с Колумбом, когда по возвращении в Испанию, после того как он сообщил о многочисленных и определенных наблюдениях за изменением показаний компаса, которые он сделал во время своего дальнего путешествия, ученые того времени сказали ему, что *ошибся он*, а не стрелка, потому что последняя везде была верна полюсу.

Эта часто заявляемая и широко распространенная верность иглы полюсу, однако, не основана на фактах; это исключение, редчайшее исключение, а не правило, несмотря на двусишие поэта:

Послушная сталь с живым инстинктом движется
И навсегда поворачивает к полюсу, который она любит;

или этот другой,

Так поворачивается верная стрелка к полюсу,
Хотя между ними возвышаются горы и катятся океаны.

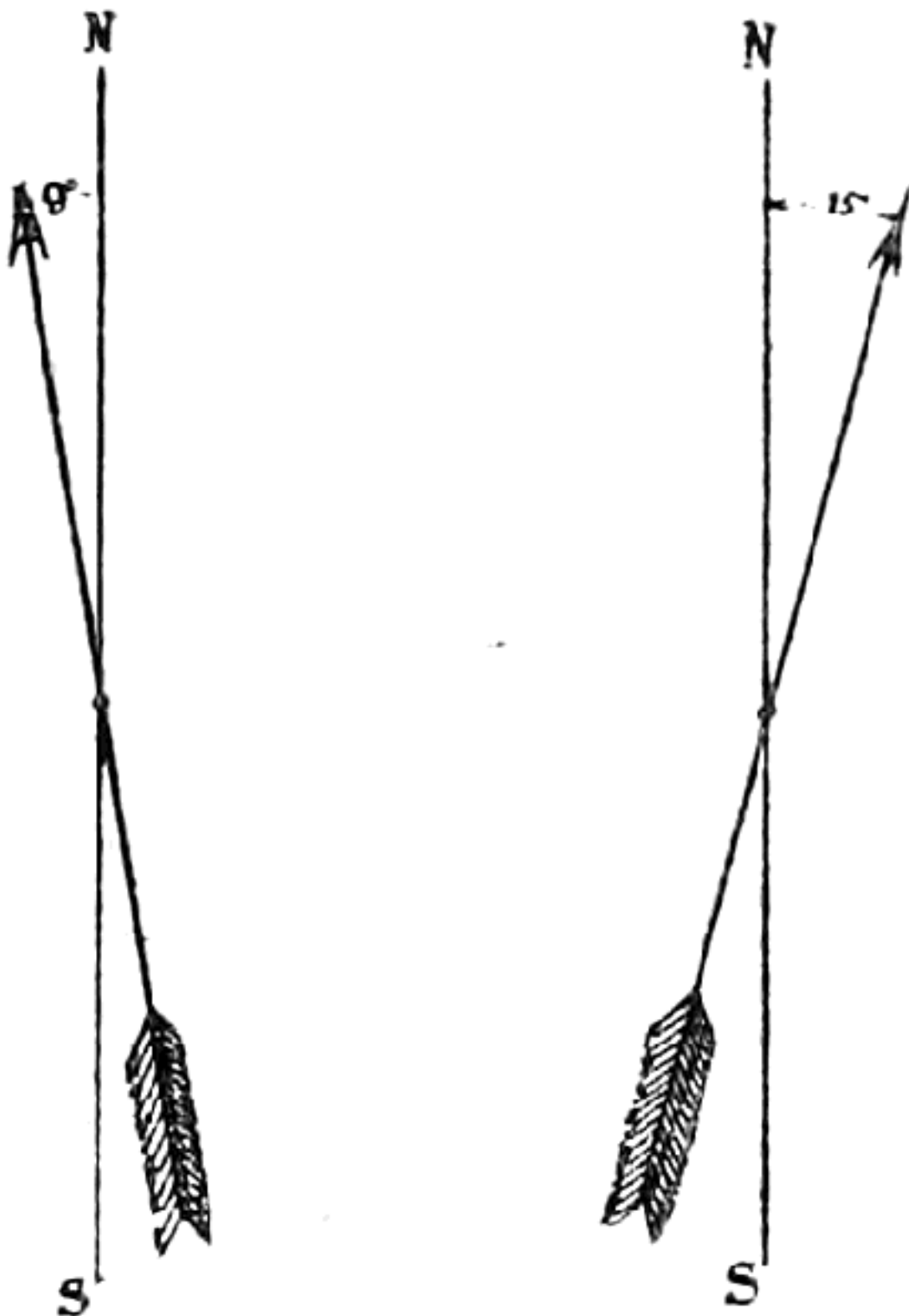


Рис. 3

Магнитное склонение в Нью-Йорке, 1907 год (слева) и в Сан-Франциско, 1907 год (справа)

То, что магнит не поворачивается к полюсу мира, сегодня общеизвестно, когда школьный учитель скажет вам, что в Нью-Йорке он указывает на 9° к западу от севера, в то время как в Сан-Франциско он указывает на 15° к востоку от севера. Если он окажется на высоте, он

может сослаться на положение агонической линии на земном шаре, вдоль которой стрелка находится точно на полюсе, в то время как все места к востоку от этой линии в нашем полушарии имеют западное склонение, а те, что к западу, - восточное. Действительно, магнитные карты показывают места, где стрелка указывает на восток и запад, а не на север и юг, и другие, где направление на север указывает прямо на юг. Такое изменчивое и противоречивое поведение стрелки компаса показывает неравномерность распределения земного магнетизма, а также интенсивность распределяющих сил, существующих в определенных местах.

Это одна из жемчужин в короне Колумба - то, что он наблюдал, измерил и записал это странное поведение магнитной стрелки в своем рассказе о путешествии. Правда, он не замечал этого, пока не оказался далеко в безбрежном океане. Прошла неделя с тех пор, как он покинул величественный Тенериф, и несколько дней с тех пор, как горные очертания Гомеры исчезли из виду. Памятной была ночь 13 сентября 1492 года. Ошибки быть не могло: стрелка *Санта-Марии* указывала немного западнее северной, а не прямо на север. Несколькими днями позже, 17 сентября, пилоты, измерив амплитуду движения солнца, сообщили, что отклонение достигло целой точки по компасу, тревожной величины в 11 градусов.

Удивление и тревога, которые проявлял Колумб в этих случаях, могут быть восприняты как указания на то, что это явление было для него новым. На самом деле, однако, его стрелки не соответствовали действительности даже в начале рейса из порта Палос, где, хотя никто об этом не знал, они указывали примерно на 3 ° *восточнее* северной широты. Этот угол уменьшался день ото дня, поскольку адмирал держал нос своей каравеллы направленным на запад, пока он совсем не исчез, после чего иглы повернули на *запади* продолжали двигаться на запад в течение некоторого времени, пока флагманский корабль продолжал свое плавание.

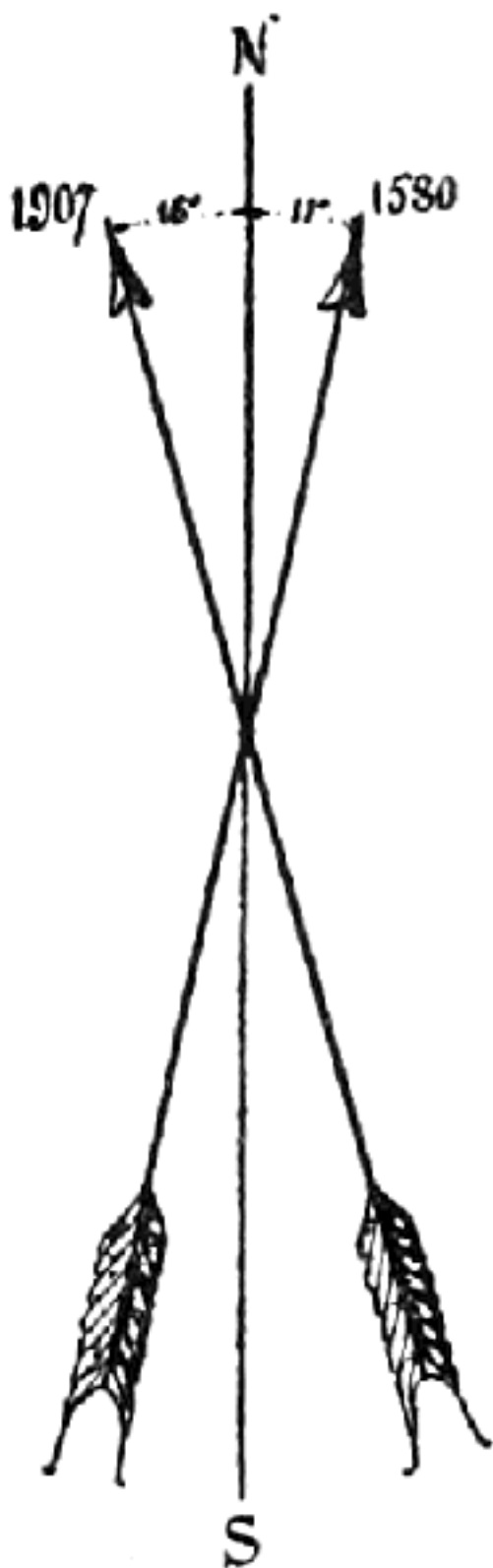


Рис. 4

Магнитное склонение в Лондоне в 1580 и 1907 годах

Таким образом, Колумб определил место в Атлантике, в котором магнитный меридиан совпадал с географическим и стрелка находилась точно на полюсе. Шесть лет спустя, в 1498 году, Себастьян Кэбот нашел другое место на том же берегу океана, немного севернее, в

котором компас лежал точно по линии север-юг. Этих двух наблюдений, одного, сделанных Колумбом, а другого - Кэботом, было достаточно, чтобы определить положение *линии агонии*, или линии без изменений, для данной местности и эпохи.

The *Колумбийская* линия сразу приобрела значительное значение в географическом и политическом мире из-за предложения исключить остров Ферро и принять его за начальный меридиан, от которого будет отсчитываться восточная и западная долгота, а также потому, что он был выбран папой Александром VI. служить ориентиром при урегулировании соперничающих претензий королевств Португалии и Кастилии в отношении их соответствующих открытий. Было решено, что все недавно открытые земли, лежащие к востоку от этой линии, должны принадлежать Португалии, а те, что к западу, - Кастилии.

Линия отсутствия изменений, как и все другие изомагнитные линии, со временем изменила свое положение, так что сегодня она проходит значительно западнее места, назначенного ей Колумбом в 1492 году и Папской буллой следующего года.

Колумб не стал говорить о тревожном наблюдении, которое он сделал в ночь на 13 сентября; он думал о нем и сильно задавался вопросом, что могло быть причиной такого неожиданного и неблагоприятного явления. Его молчание по этому поводу не принесло пользы, поскольку зоркие моряки заметили отклонение стрелки на запад, когда через несколько дней это стало совершенно очевидно. Они встревожились, полагая, что законы природы меняются по мере того, как они продвигаются все дальше и дальше в неизвестность. Это был трудный момент для адмирала, но его изобретательность и тактичность оказались на высоте положения. Он сказал своим морякам, что стрелка указывает не на *синезрение* или последнюю звезду в хвосте Малой Медведицы, как принято считать, а на неподвижную точку небесной сферы, в которой нет звезды, добавив, что само "синезрение", Полярная звезда наших дней, не неподвижна, а имеет собственное вращательное движение, как и все другие небесные тела.

Мы не знаем, что думал Колумб о своем объяснении, порожденном стрессом момента, но уважение, которым пользовались как лоцманы, так и моряки за его знания астрономии и космографии, заставило их принять его. Их опасения развеялись, мятеж был предотвращен, и успешное завершение их путешествия стало возможным.

Капитаны океанских лайнеров сегодня дали бы другой ответ пассажиру, который мог бы посоветоваться с ними об осколке стали, который служит проводником их судов в самые темные ночи, во время воющих штормов и по вздымающимся морям. Они сказали бы, что таинственное влияние, управляющее им, исходит не от Полярной Звезды, не от полюса мира, не с небес вверх, а от земли вниз.

До такого объяснения не додумывались, пока сто лет спустя не было ясно показано, что наш земной шар действует подобно колоссальному магниту, контролирующему каждый магнит в наших лабораториях и обсерваториях, а также каждую иглу на борту торговых судов и боевых чудовищ, бороздящих наши моря и океаны.

Не имея никакого представления о современной теории, Колумб, как мы видели, сделал два открытия в области земного магнетизма, каждое из которых имеет фундаментальную важность, независимо от того, рассматривается ли оно с точки зрения чистой науки или практической навигации, а именно: (а) что стрелка не верна полюсу и (б) что угловое смещение стрелки от истинной ориентации, *отклонение компаса*, как это называется на морском жаргоне,

различается в зависимости от места наблюдателя. Эти два открытия, а также местонахождение неизменяемого места в Атлантическом океане позволяют Колумбу занять видное место среди основателей науки о земном магнетизме.

Позже наблюдатели обнаружили, что даже для данного места этот элемент магнитного склонения не имеет постоянной величины, а претерпевает изменения, которые завершают свой цикл: одни за день, другие за год, а третьи снова за столетия. Последнее или вековое изменение направления магнитной стрелки было обнаружено Геллибрандом из Лондона в 1634 году (опубликовано в 1635 году); *ежегодник* Кассини в Париже, 1782-1791; и *дневник* Грэма из Лондона в 1722 году.

Первое наблюдение магнитного склонения на земле, по-видимому, было сделано примерно в 1510 году Джорджем Хартманом (1489-1564), викарием церкви Святого Себастьяна в Нюрнберге, который обнаружил, что оно находится на 6° восточной долготы в Риме, где он жил в то время. Наблюдения Хартмана о склонении в Риме, а также в Нюрнберге, где стрелка указывала на 10° восточнее северной широты, можно найти в письме, которое он написал в 1544 году герцогу Альберту Прусскому и которое оставалось неопубликованным до 1831 года.

Возвращаясь к трактату Перегринуса о магните, следует сказать, что в течение нескольких столетий двадцать восемь рукописных экземпляров лежали нетронутыми на пыльных полках городских и университетских библиотек. В 1562 году, через четыре года после появления первого печатного издания (Аугсбург, 1558), Тенье, бельгийский писатель о магнетизме, которого также называют поэтом-лауреатом и доктором "utriusque juris", одним из первых обнаружил "Эпистолу", из которой он подробно скопировал в своем маленьком кватро о магните и его действии, показав таким образом, что в те дни существовали литературные пираты. Это было также хорошо известно Гилберту, Кабео и Кирхеру; но, несмотря на ссылки этих авторов, "Эпистола" оставалась практически неизвестной, пока Кавалло из Лондона не привлек внимание к лейденской рукописи в третьем издании своего "Трактата о магнетизме", [5] 1800, приведя часть текста и сопроводив его перевод.

Позже, в 1838 году, Либри, историк математических наук в Италии, представил выдержки из Парижского кодекса с переводом; но ученый, внесший наибольший вклад в популяризацию работы Перегринуса, - это итальянский варнавит Тимотео Бертелли, который опубликовал в 1868 году критическое исследование различных рукописей письма, в основном тех, которые он нашел в Риме и Флоренции, добавив обширные примечания, имеющие историческую, библиографическую и научную ценность. Отец Бертелли был профессором физики в Коллегио делла Кверча во Флоренции, где он проявлял активный интерес к итальянской сейсмологии, помимо проведения исследований в области метеорологии, телеграфии и электричества. Он родился в Болонье в 1826 году, умер во Флоренции в марте 1905 года.

Следующий список рукописных копий "Эпистолы" взят из научной статьи профессора Сильвануса П. Томпсона из Лондона, опубликованной в "Трудах Британской академии" за 1906 год:—

Бодлианская библиотека	семь
Ватикан	четыре
Британский музей	одной

Национальной библиотеки Франции, Париже	две
библиотеки Riccardiana, Флоренция	один
Тринити-колледж, Дублин	одна
Гонвилл и Гай Кембриджского	одном
университете Лейден	один
Женеве	один
Турине	один
Эрфурт	три
Вене	три
С. П. Томпсона	два

Первое печатное издание "Эпистолы" было подготовлено к печати в 1558 году Ахиллесом Гассером, человеком, хорошо разбиравшимся в науке и философии своего времени; другое издание, которое, вероятно, будет считаться *textus receptus*, было подготовлено и опубликовано Бертелли в 1868 году.

Ни на один язык не было сделано полного перевода этого исторического труда по магнетизму до 1902 года, когда проф. Сильванус П. Томпсон из Лондона опубликовал свое "Послание Питера Перегринуса из Марикура к Сигерусу из Фонкокура, солдату, касающееся Магнита". К сожалению, этот перевод был напечатан частным тиражом тиражом 250 экземпляров. Два года спустя, в 1904 году, брат Арнольд, Ф. С.К., представил мемуары о Перегринусе, включая перевод "Эпистолы", на соискание степени магистра Манхэттенского колледжа в Нью-Йорке, перевод был опубликован несколько месяцев спустя издательством McGraw Publishing Company, Нью-Йорк. Это единственные полные переводы "Письма" Перегринуса на Магните, которые пока что появились.

Брат Потамиан.

СНОСКИ:

[1] См. Клапрот, "Письмо М. ле барона А. де Гумбольта об изобретении Буссоля". 1834; также Энциклопедия. Брит., артикул *Компас*.

[2] Провен, городок в 57 милях к юго-востоку от Парижа.

[3] Саути, "Омниана", том I., стр. 213, изд. 1812.

[4] Анналы по математике для практических целей. Рим, 1865 год.

[5] Также в *Rees*, статья *Compass*.

ГЛАВА II.

Норман и Гилберт.

Мы видели, что в XIII веке направляющее свойство магнита было признано Перегринусом и использовалось им в его поворотном компасе; и что в XV веке Колумб обнаружил магнитное склонение на море, а также его изменение в зависимости от места.

Следующий кардинальный факт в земном магнетизме, магнитное падение, был открыт в 1576 году Робертом Норманом, изготовителем компасов из Лаймхауса, Лондон. Норман обладал многими прекрасными качествами ума, руки и характера, которые необходимы в работе настоящего исследователя. Поворачивая стрелки своего компаса, он вскоре заметил, что, как бы тщательно они ни были сбалансированы перед намагничиванием, после намагничивания они не оставались горизонтальными, поскольку направленный на север конец всегда опускался под небольшим углом. Затем ему пришла в голову удачная идея раскачать иглу на горизонтальной оси, чтобы она могла свободно перемещаться вверх и вниз в вертикальной плоскости, в результате чего направленный на север конец снова уходил вниз под постоянным, но гораздо большим углом.

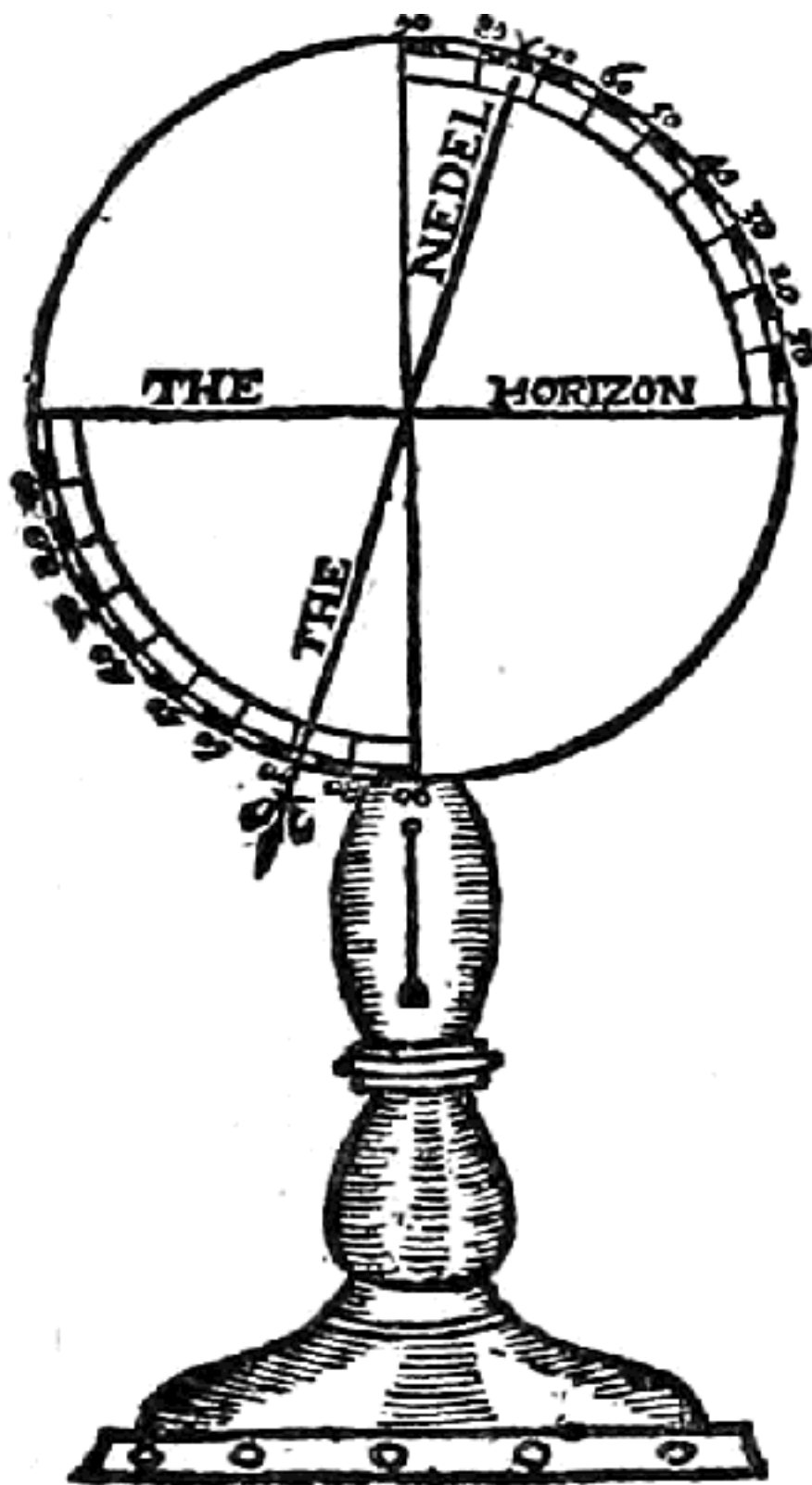


Рис. 5

Первый круг для погружения, изобретенный Норманом в 1576 году

Как и склонение, первый открытый из трех магнитных элементов, наклон, как было обнаружено, меняется в зависимости от места на поверхности Земли, составляя 0° на магнитном экваторе и 90° на обоих полюсах. Именно с помощью значительно усовершенствованного нормандского

круга Росс в 1831 году обнаружил, что северный магнитный полюс Земли находится в Бутия Феликс на $70^{\circ} 5' .3$ северной широты и $96^{\circ} 45' .8$ западной долготы; и именно с помощью аналогичного прибора Амундсен недавно изучал магнитные условия этого арктического региона, причем точное местоположение самого полюса было окончательно определено с помощью заземляющего индуктора или вращающейся катушки новейшей модели. Хотя результаты его наблюдений еще не были обнародованы, общеизвестно, что они указывают на место расположения магнитного полюса, близкое к тому, которое обнаружил сэр Джеймс Росс. Однако не ожидается, что местоположение полюса норвежским командиром в точности совпадет с местоположением английского капитана, поскольку считается, что магнитный полюс имеет собственные тенденции к кочеванию, как и наш географический полюс, только гораздо более выраженные по величине. После некоторого продвижения на запад со скоростью миль в год он вернулся по своим следам и теперь снова находится поблизости от места своего старта.

Помимо своего погружного круга, Норман также разработал простую и очень удачную иллюстрацию магнитного наклона. Проткнув стальной иглой круглый кусок пробки, он сжимал его до тех пор, пока система, состоящая из иглы и пробки, не погрузилась на определенную глубину в стеклянный сосуд с водой и там не приняла горизонтальное положение. Затем иглу извлекли из воды и намагничивали с большой осторожностью, чтобы не нарушить ее положение в пробке. При повторном погружении в воду игла опустилась на прежнюю глубину и расположилась под углом 71° к горизонту.

На той же иллюстрации показан другой эксперимент, который провел Норман, чтобы определить, оказывает ли земля силу перемещения на магнит, в силу которой магнит будет стремиться двигаться по направлению к полюсу. Для этой цели он пустил в ход намагниченный кусок стальной проволоки на поверхности воды и заметил, что, где бы его ни поместили, он просто поворачивался по магнитному меридиану, не проявляя никакой тенденции двигаться на север или юг к краю судна. Хартманн, который наблюдал склонение стрелки на суше, как указано на стр. 26, по-видимому, также был первым, кто заметил магнитноеклонение. С большой точностью уравновесив стальную иглу, он обнаружил, что после намагничивания она не остается горизонтальной, а направленный на север конец неизменно опускается под углом 9° . Малость угла в этом эксперименте была вызвана тем фактом, что игла, которой пользовался нюрнбергский викарий, могла двигаться только в горизонтальной плоскости, тогда как игла Нормана могла свободно перемещаться по вертикальному кругу. Если бы Хартманн использовал такое устройство, он получил бы более 60° для падения вместо 9° , которые он регистрирует.

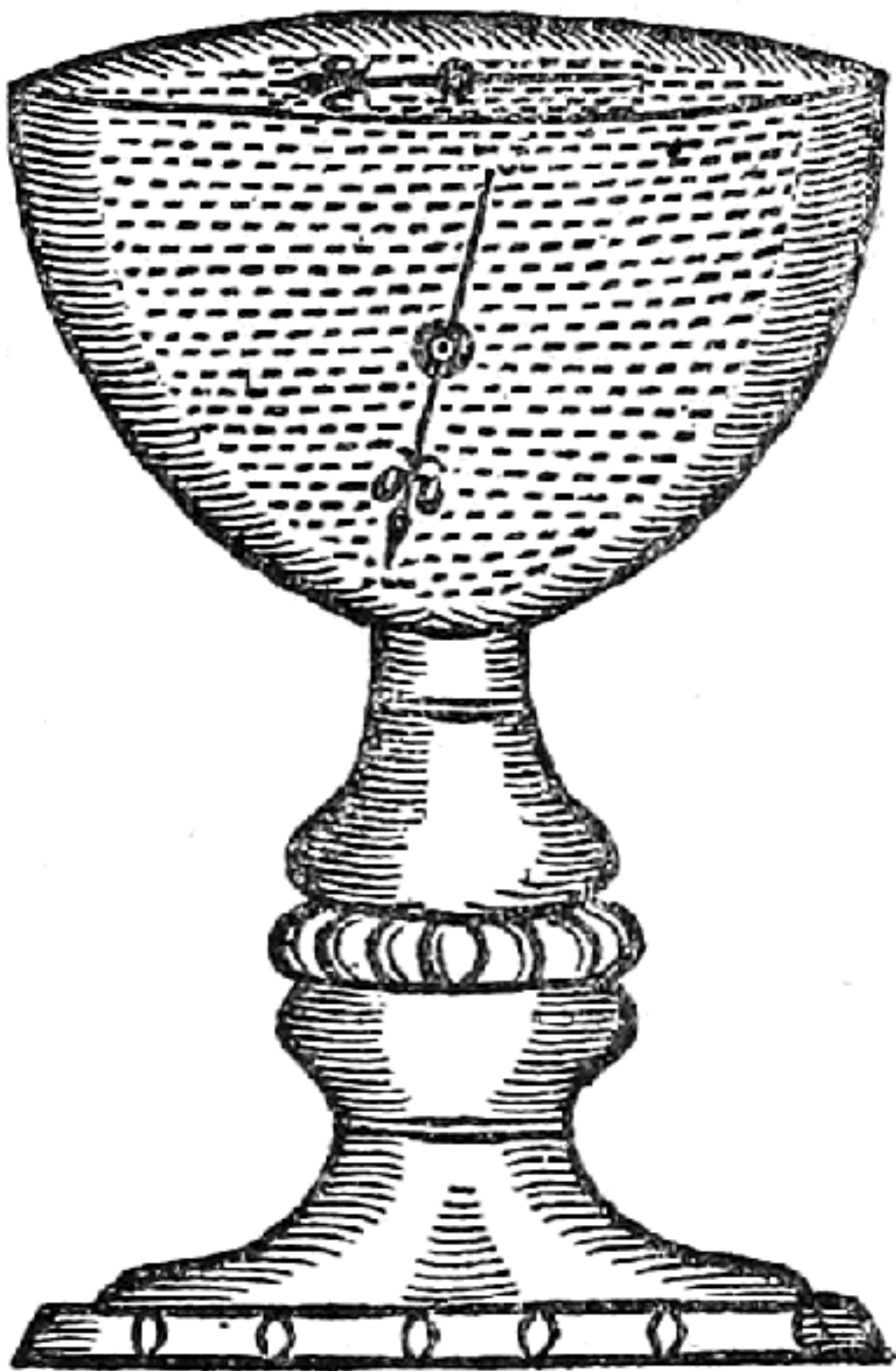


Рис. 6

Иллюстрация Нормана о магнитном погружении

Как уже отмечалось, письмо, в котором Хартманн излагает эти важные наблюдения, было написано в 1544 году, но опубликовано только в третьем десятилетии девятнадцатого века, так что Норману явно принадлежит вся заслуга независимого открытия.

В указаниях, которые Норман дает для проведения наблюдений за дипом, он недвусмысленно заявляет, что инструмент должен быть отрегулирован "в соответствии с изменением места", что означает, что плоскость окружности должна быть превращена в то, что в его время было названо "магнитным меридианом".

Открытие магнитного провала привело Нормана к отказу от общепринятой в его время точки зрения, согласно которой управляющее влияние стрелки компаса находилось в далеком небесном пространстве; ибо он говорит, что *точка, соответствующая точке*, на которую указывает магнит, но к которой он не притягивается физически, находится не на небесах, а в самой земле. Его слова таковы: "И снижение стрелки также доказывает, что соответствующая точка пойнта находится скорее на земле, чем на небесах, как некоторые себе представляли; и главная причина, по которой они так думали, насколько я могу судить, заключалась в том, что они никогда не были знакомы с этим снижением стрелки".

Здесь мы имеем радикальный отход от научного кредо того времени, заметный прогресс в научной теории, совершенно новую философию, основанную Норманом, изготовителем компаса, и значительно развитую двадцать четыре года спустя его согражданином, врачом Гилбертом.

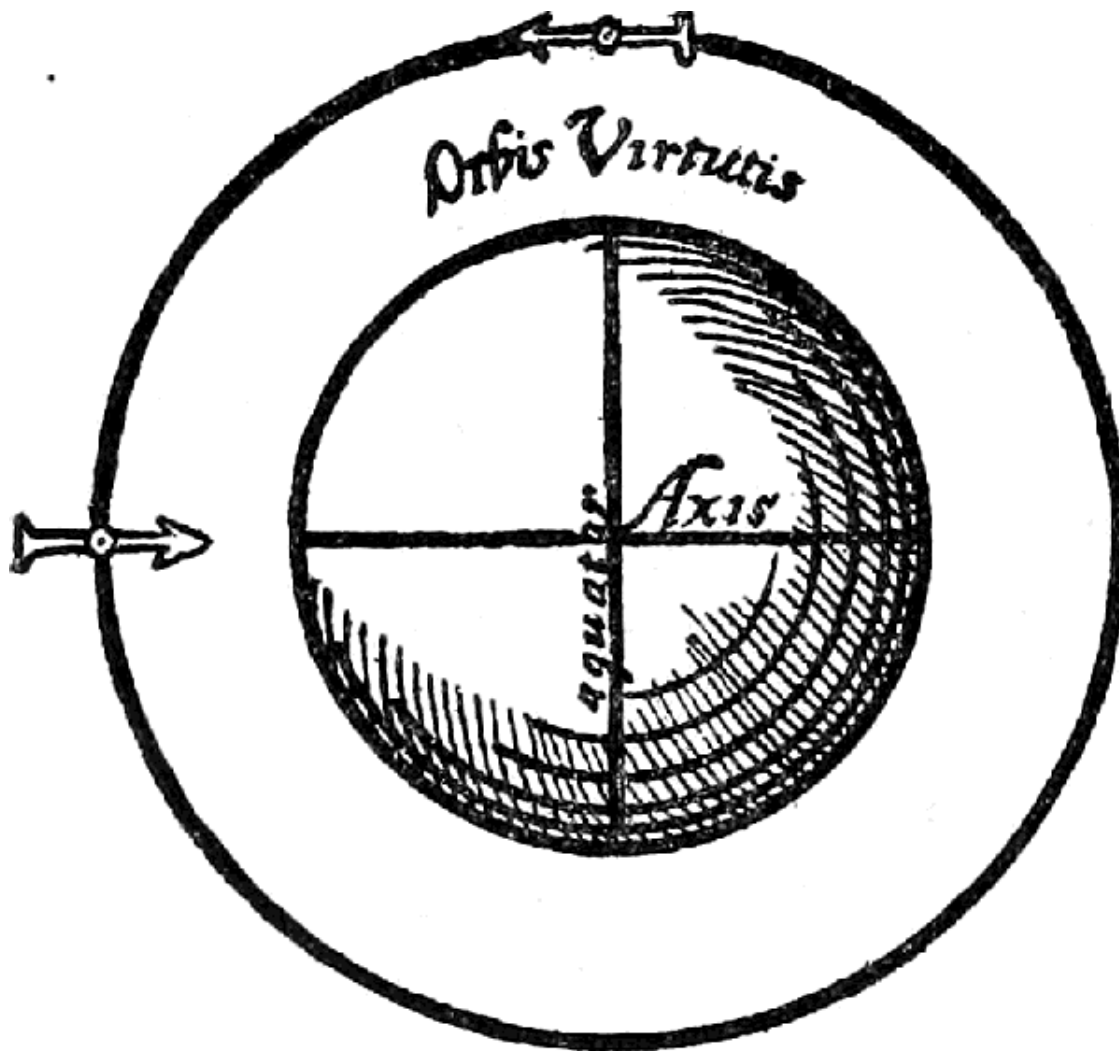


Рис. 7

Норман сделал еще одно замечание, имеющее большое значение для новой философии, справедливость которого оценил Гилберт, его современник, но еще больше Фарадей и Клерк Максвелл два столетия спустя. Это относится к пространству, окружающему магнит, естественный или искусственный, которое кубическое пространство Гилберт, следуя Норману, назвал *сферой добродетели*. В том, что влияние или "излияние" магнита распространяется по всему пространству, можно легко убедиться, проводя стрелкой компаса вокруг магнита от точки к точке, как далеко, так и близко. Фраза "сфера добродетели", или сфера магнитного влияния, по-видимому, описывает фактическое магнитное состояние рассматриваемого пространства более уместно, чем наш современный эквивалент "магнитного поля".

Очень примечательны слова Нормана: "Я придерживаюсь мнения, что если бы эту особенность можно было каким-либо образом сделать видимой для глаз человека, она имела бы сферическую форму, простирающуюся вокруг камня по большому компасу, и мертвое тело камня находилось бы в его середине". Строки, которые непосредственно следуют за этим утверждением, исполненные значения, демонстрируют глубокое религиозное чувство автора. Они гласят: "и это я частично доказал и сделал видимым каким-то образом, и, да сохранит Бог мою жизнь, я здесь проведу дальнейший опыт, и это не из любопытства, а из страха перед Богом, насколько возможно, Он даст мне благодать и возможность дополнить то же самое навигационной книгой, которую я давно держу в руках". VIII.

Со страниц "*Новой привлекательности*" (1581) очевидно, что Нормана вдохновлял правильный дух исследования, который является спокойным, обдуманым и рассудительным, что приводит к открытию фактов, их согласованию и экспериментальной иллюстрации до того, как будут придуманы объяснения и задолго до того, как будут выдвинуты новые теории. Стиль, в котором написан этот небольшой трактат, обладает собственным очарованием, главным образом из-за его необычности. В конце своего обращения к искреннему читателю, которое, в манере того времени, носило несколько избитый и риторический характер, Норман отрывается от обычной неадекватной прозы и, давая волю своему воображению, пишет лирику о магните, которая является первым метрическим сочинением на английском языке, имеющимся у нас на подобную тему. Оно гласит:—

ИСПЫТАНИЕ МАГНИТА.

Уступите место сверкающим искрам,
сверкающим Бриллиантам,
красным Рубинам и отважным Сапфирам,
которым вы больше всего восхищаетесь.

В брифе yee stones inricht,
и burnisht, все с позолотой,
Выставлены в гранильных мастерских
для продажи ювелирных изделий.

Уступи место, уступи место, я говорю,
твоя красота, блеск и ликование,

Вот все достоинства того, что
приняла так ты, пчелка.

Магнес, Магнетит, которому я,
твои раскрашенные ножны, не поддаюсь,
Без моей помощи в индийских морях
лучшие из вас могли бы солгать.

Я веду курс Лоцмана,
я - его рука помощи,
Моряк восхищается мной,
как и Маршал.

Моя истинность неизвестна,
мои секреты сокрыты,
Мной, Двором и Содружеством, которые
доставляют огромное удовольствие.

Ни один корабль не мог бы плавать по морям,
чтобы его курс был правильным,
Ни Компас, указывающий верный путь,
не обладали силой Магнеси.

Тогда красней и порти все,
завещай мне, что причитается,
Свои места в gold, свою цену на блюдах,
которую Ювелиры назначают повторно.

Это я, только я,
тот, на кого ты посягаешь,
Величай мое имя, Магнит, которого называют
принцем камней.

Если ты можешь это отрицать,
тогда, похоже, отвечай,
И пусть страдающий морской человек рассудит,
кто из нас лжет.

Суждение моряка.

Магнит - это камень,
единственный камень,
Заслуживающий похвалы выше остальных,
достоинства которых неизвестны.

Вердикт Марчанта.

Яркие бриллианты, отважные Сапфиры,
Камни, которые носят это название,
но не льстят, а говорят троату, что
Магнес заслуживает того же.
(Издание 1720 года.)

"Новая привлекательность" Нормана была хорошо известна Гилберту, как и "Эпистола" Перегринна, "Естественные науки" Порты и вообще все книги, в которых говорилось о магните, магните или стрелке компаса. Его собственная работа *О магнетизме*, опубликованная в 1600 году, представляет собой сборник мировых знаний о магнетизме и электричестве того времени. На ее страницах он не только обсуждает мнения других, но и описывает свои собственные открытия, сделанные за двадцать лет, которые он горячо посвятил развитию экспериментальной науки, увенчав свои исследования теориями электричества и магнетизма, как подобает истинному философу.

Впечатленный оригинальностью трактата Гилберта, практической изобретательностью и философской проницательностью, проявленными повсюду, Халлам написал в своем *Введении в европейскую литературу*: "Гилберт не только собрал все знания, которыми обладали другие по этому предмету, но сразу же стал отцом экспериментальной философии на этом острове; и, благодаря исключительному счастью и остроте гения, основателем теорий, которые были получены по прошествии веков и почти повсеместно приняты в качестве символа веры науки".

В период, когда естественные науки преподавались в школах Европы в основном по учебникам, мы находим, что Гилберт своим примером и пропагандой провозглашал первостепенную ценность эксперимента для продвижения обучения. Он был беспощаден в своем осуждении поверхностности и многословия простых книжечеев и не испытывал терпения к писателям, которые относились к своим предметам "эзотерически, непонятно и мистически". Для него лабораторный метод был единственным, который мог обеспечить плодотворные результаты и внести эффективный вклад в развитие обучения.

Это правда, что люди с необычными способностями и сильным характером стремились раньше времени опровергнуть притязания авторитета в научных вопросах. Уважая учения признанных лидеров, они, однако, не были склонны к молчаливому согласию с академическим "магистром дикситом". Напротив, они хотели проверить своими глазами, чтобы судить разумно; веря в важность эксперимента, они стремились получить знания о природе от самой природы.

Таковыми были Альберт Великий и брат Бэкон. Альберт не склонялся подобострастно перед авторитетом Аристотеля или кого-либо из его арабских комментаторов; он исследовал сам и стал для своего возраста выдающимся ботаником, физиологом и минералогом.

Францисканский монах из Илчестера в своем *"Великом труде"* оставил нам неизгладимый след своего практического гения. В разделе, озаглавленном "Экспериментальная наука", он утверждает, что "Без эксперимента ничто не может быть достоверно познано. Аргумент доказывает теоретически, но не дает уверенности, необходимой для устранения всех сомнений, и ум не успокоится в ясном видении истины, если он не найдет ее экспериментальным путем". И в своем *Заключительном труде*: "Самые веские аргументы ничего не доказывают, пока выводы не подтверждены опытом. Экспериментальная наука - царица наук и цель всех спекуляций".

Никто, даже в наше время, не писал более решительно в пользу практического метода, чем этот последователь святого Франциска в XIII веке. Будучи убежден, что между научными и богооткровенными истинами не может быть конфликта, он стал неустойчивым сторонником наблюдения и эксперимента при изучении явлений и сил природы.

Примера Перегринуса, Альберта и брата Бэкона, не говоря уже о других, таких как Винсент из Бове, доминиканский энциклопедист, было, однако, недостаточно, чтобы отучить студентов от легкой рутины изучения книг. Должно было пройти несколько столетий, прежде чем отлучение от груди было эффективно начато; и человеком, который в заметной степени способствовал этому результату, был Гилберт философ из Колчестера (1544-1603).

Получив элементы своего образования в гимназии Колчестера, его родного города, Гилберт поступил в колледж Святого Иоанна в Кембридже, в университете которого он получил степень бакалавра в 1560 году, магистра в 1564 году и доктора медицины в 1569 году. В целом, он, по-видимому, был связан с Университетом в течение одиннадцати или двенадцати лет в качестве студента, научного сотрудника и экзаменатора.

Покинув Кембридж, Гилберт в течение четырех лет путешествовал по Континенту, главным образом по Италии, посещая медицинские школы и изучая методы лечения у ведущих врачей и хирургов того времени, а также обсуждая научную теорию с лидерами мысли. По возвращении в Англию в 1573 году он занимался медицинской практикой в Лондоне "с большими аплодисментами и успехом". Он был избран президентом Королевского колледжа врачей в 1599 году и назначен врачом королевы Елизаветы в 1601 году и ее преемника Джеймса I. В 1603 году.

Однажды он услышал, как Баптиста Порты, которого он называет "незаурядным философом", сказал, что кусок железа, натертый алмазом, поворачивается на север. Он подозревает, что это ересь. Итак, он немедленно приступает к проверке утверждения экспериментальным путем. Он не был ослеплен репутацией Баптисты Порты; он уважал Порты, но истину уважал еще больше. Он рассказывает нам, что экспериментировал с семьюдесятью бриллиантами в присутствии многих свидетелей, используя множество железных прутьев и кусков проволоки, манипулируя ими с величайшей осторожностью, пока они плавали в пробках; и завершает свое долгое и исчерпывающее исследование жалобными словами: "Но мне так и не довелось увидеть эффект, упомянутый Портой".

Хотя это исследование и привело к отрицательному результату, оно стало шедевром экспериментальной работы.

Гилберт, между прочим, сожалеет о том, что люди его времени "прискорбно невежественны в отношении естественных вещей", и единственный способ, который он видит, чтобы исправить это, - заставить их "отказаться от такого рода знаний, которые приходят только из книг и которые

основываются только на тщетных аргументах и догадках", поскольку он проницательно замечает, что "даже люди с острым умом без действительного знания фактов и при отсутствии эксперимента легко впадают в ошибку".

Руководствуясь этим сокровенным убеждением, он в течение двадцати лет трудился над теориями и экспериментами, которые он излагает в своем великом труде о магните. "В этих книгах нет ничего, - говорит он нам, - что не было бы исследовано и не делалось бы снова и снова на наших глазах". Он умоляет любого, кто почувствует желание оспорить его результаты, повторить эксперименты для себя "осторожно, умело, но не бездумно".

Было сказано, что мы в долгу перед сэром Фрэнсисом Бэконом, канцлером королевы Елизаветы, за индуктивный метод изучения явлений природы. Заслуга Бэкона заключается в том, что он не только детально проанализировал этот метод, указав на его применение и злоупотребления, но и показал, что это единственный метод, с помощью которого мы можем достичь точного знания об окружающем нас физическом мире. Его пространный панегирик был обращен к миру ученых, наделенных всей важностью, авторитетом и достоинством, которые могли придать ему высокое положение и всемирная известность канцлера философии. Но пока Бэкон думал и писал в своем кабинете, Гилберт все трудился и трудился в своей мастерской. Своим пером Бэкон произвел глубокое впечатление на философский ум своего времени; своими исследованиями Гилберт исследовал две области природы и присоединил их к области науки. Бэкон был теоретиком, Гилберт - исследователем. В течение двадцати лет он избегал блеска общества и пульсирующего возбуждения общественной жизни; он оторвался от всего, кроме самых строгих требований своей профессии, чтобы безраздельно посвятить себя занятиям наукой. И все это за сорок лет до появления "*Нового органа*" Бэкона, того самого труда, который содержит "обширные мысли и возвышенные фразы" философа о ценности эксперимента как средства продвижения в обучении. В течение этого долгого периода Гилберт часто посещал Колчестер, где он углублялся в тайны природы и готовил материалы для своей великой работы о магните. Публикация этого латинского трактата сделала его известным в университетах страны и особенно за рубежом: его ценили все великие физики и математики своего времени; такие люди, как сэр Кенелм Дигби; Уильям Барлоу, великий "магнетик"; астроном Кеплер, который принял и защищал его взгляды; сам Галилей, который сказал: "Я чрезвычайно восхищаюсь автором "*О магнетизме*".

Наука о магнетизме обязана Гильберту больше, чем кому-либо другому, за исключением Перегринуса (1269). Он повторил для себя многочисленные и остроумные эксперименты средневекового философа и добавил многое из своих собственных, которые он открыл в течение длительного периода жизни, посвященного усердному исследованию этой области в мире естественных знаний.

Древние называли магнетит магнезиальным камнем, поскольку он в изобилии встречался в окрестностях Магнезии, города в Малой Азии. В своем латинском трактате объемом 254 (небольших) страницы Гилберт использует прилагательную форму термина, но никогда само существительное "Magnetismus". Наш английский термин "*магнетизм*" впервые появляется на странице 2 книги архидьякона Барлоу "Магнитная реклама", опубликованной в 1616 году; в то время как удивительное соединение "электро-магнетизм" является названием главы в книге отца Кирхера "Магнетизм, средство от магнитного искусства", напечатанной в 1641 году.

Гилберт показал, что большое количество тел может быть наэлектризовано; но утверждал, что магнитными свойствами могут обладать только те, которые содержат железо. Он удовлетворяется этим, натирая магнитом такие вещества, как дерево, золото, серебро, медь, цинк, свинец, стекло и т.д., а затем плавая в них в пробках, забавно добавляя, что у них "нет полюсов, потому что энергия магнита не проникает внутрь".

Сегодня мы знаем, что никель и кобальт ведут себя подобно железу, в то время как сурьма, висмут, медь, серебро и золото подвержены влиянию мощных электромагнитов, проявляя то, что было названо диамагнитными явлениями. Даже жидкости и газы в классических экспериментах Фарадея поддавались влиянию его великого магнита; и профессор Дьюар в том же Королевском институте подвергал часть своего жидкого воздуха и кислорода воздействию электромагнита Фарадея и обнаружил, что они сильно притягиваются, таким образом, ведя себя подобно парамагнитным телам - железу, никелю и кобальту.

Гилберт наблюдает во всех своих магнитах две точки, по одной на каждом конце, в которых сосредоточена сила, или, как он это называет, "высшая сила притяжения". Подобно Перегринусу, он называет эти точки *полюсами* магнита, а соединяющую их линию - магнитной осью. С помощью своего стального версориума он осознает, что похожие полюса взаимно враждебны, в то время как противоположные полюса сжимают друг друга в дружеских объятиях. Он также убеждает себя в том, что энергия магнитов находится не только на их концах, но и пронизывает "их самые сокровенные части, будучи целостной в целом и целостной в каждой части". Это именно то, что Перегринус сказал в 1269 году и что мы говорим сегодня; это не что иное, как молекулярная теория, предложенная Вебером, расширенная Юингом и общепринятая.

Во всяком случае, Гилберт совершенно уверен, что каким бы ни был магнетизм, он не является, подобно электричеству, материальной, весомой субстанцией. Он убедился в этом, взвесив на самых точных весах ювелира железный прут до и после того, как его натерли магнитом, а затем заметил, что вес в обоих случаях совершенно одинаков, "ни меньше, ни больше".

Не ссылаясь на предыдущее открытие Нормана, которого он называет "искусным мореплавателем и гениальным конструктором", Гилберт убеждается, что не только магнит, но и все окружающее его пространство обладает магнитными свойствами; поскольку магнит "распространяет свою силу во всех направлениях, в соответствии со своей энергией и качеством". Эту область влияния Норман назвал сферой "истинности", а Гилберт - "*orbis virtutis*", что является латинским эквивалентом; мы называем это "магнитным полем", или силовым полем, что менее выразительно и менее уместно. Обладая удивительной интуицией, Гилберт видит, что это пространство заполнено линиями магнитной силы, исходящими радиально от его сферического магнита, которые он называет "лучами магнитной силы".

Клерк Максвелл был настолько очарован этой прекрасной концепцией, что посвятил всю свою жизнь изучению силового поля, создаваемого наэлектризованными телами, магнитами и проводниками, передающими токи; его мощный интеллект визуализировал эти линии и дал им точное математическое выражение в великом трактате об электричестве и магнетизме, который он подарил миру в 1873 году.

Гилберт замечает, что магнит может быть сферическим или продолговатым; "какой бы ни была форма, несовершенной или неправильной, вертикальность присутствует; есть полюса", и

магнит "одинаково поворачивается к полюсам мира". Он знает, что стрелка компаса не направлена непосредственно к полюсу, и в данном случае без колебаний отдает должное своему соотечественнику Роберту Норману за то, что он четко констатировал этот факт и метко продемонстрировал его. Следуя Норману, он опускает иглу в сосуд с помощью кусочка пробки и замечает, что, на какую бы часть поверхности воды она ни была помещена, игла опускается после нескольких взмахов неизменно в одном и том же направлении. Его слова таковы: "Она вращается в своем железном центре и не прижимается к краю сосуда".

Гилберт ничего не знал о механической паре, которая вступила в игру, но он знал факт; и, с инстинктом философа, проверял это различными способами.

Мы объясняем ориентацию стрелки компаса, говоря, что на нее воздействует пара равных и противоположных сил из-за влияния магнитных полюсов земли на каждом конце стрелки, и показывая, что такая пара может производить вращение, но не поступательное движение.

Мы видим, что Гилберт работает не только со стальными иглами и железными прутьями, но и с железными кольцами. Он проводит по ним естественным магнитом и уверен, что намагничивает их. Он уверяет нас, что "один из полюсов будет натерт на острие, а другой - на противоположной стороне". Чтобы показать, что кольцо действительно намагничено, он разрезает его поперек, раскрывает и обнаруживает, что концы проявляют полярные свойства.

Любимым прибором Гилберта, как и Перегринуса, был магниевый камень, отшлифованный до шаровидной формы. Он назвал ее терреллой, миниатюрной землей, и широко использовал ее для воспроизведения явлений, описанных магнетизерами, путешественниками и мореплавателями. Он разбивает терреллы, чтобы исследовать магнитное состояние их внутренних частей. В его описании того, что он находит, нет ни малейшего сомнения; он говорит ясно и выразительно. "Если магнитные тела разделить или каким-либо образом расщепить, каждая часть будет иметь северный и южный конец"; т.е. Каждая часть будет целостным магнитом.

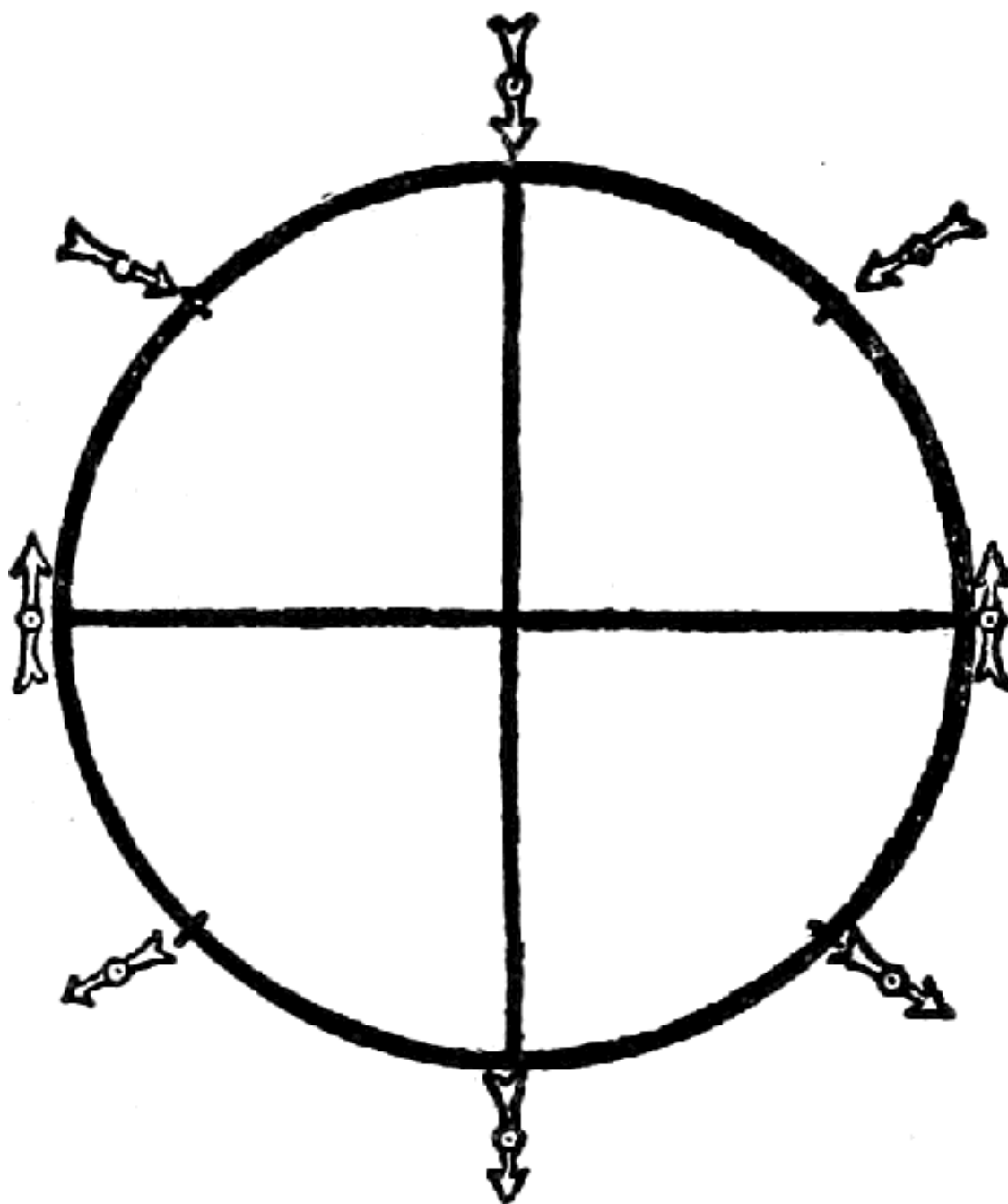


Рис. 8

Расположение компас-иглы на *Террелле* или сферическом магните

Мы находим, что он также сравнивает магниты с помощью того, что нам известно как "магнитометрический метод". Он по очереди подносит намагниченные стержни к стрелке компаса и приходит к выводу, что магнит или магнитопровод, способный заставить стрелку вращаться, является лучшим и прочнейшим. Он также стремится сравнить магниты с помощью процесса взвешивания, аналогичного тому, что на лабораторном жаргоне называется методом "пробного гвоздя". Он также исследует влияние тепла на свои магниты и обнаруживает, что "магнит, подвергнутый сильному нагреву, теряет часть своей энергии". Он прикладывает раскаленное железо к стрелке компаса и замечает, что она "стоит неподвижно, не поворачиваясь к железу". Он засовывает намагниченный брусок в огонь, пока он не раскалится

докрасна, и показывает, что он потерял всю магнитную силу. Он не останавливается на этом замечательном открытии, поскольку продолжает охлаждать свои раскаленные докрасна бруски, лежа в различных положениях, и обнаруживает: (1) что брусок приобретет магнитные свойства, если он будет лежать в магнитном меридиане; и (2) что он не приобретет никаких свойств, если будет лежать на востоке или западе. Эти эффекты он справедливо приписывает индуктивному действию земли.

Гилберт отмечает эти и другие эксперименты краевыми звездочками; маленькие звездочки обозначают второстепенные, а большие - важные его открытия. Всего в *De Magnete* 21 большая и 178 маленьких звездочек, а также 84 иллюстрации. Это предполагает огромное количество оригинальных работ и вносит немалый вклад в основы науки об электричестве и магнитных науках.

Гилберт ясно осознал явления и законы магнитной индукции. Он говорит нам, что "как только кусок железа попадает в сферу влияния магнита, даже если он находится на некотором расстоянии от самого магнита, железо мгновенно меняется и приобретает новую форму; раньше оно было спящим и инертным, но теперь становится быстрым и активным". Он подвешивает гвоздь к магниту; второй гвоздь к первому, третий ко второму и так далее — хорошо известный эксперимент, проводимый каждый день в начальных классах. И это еще не все, ибо он вставляет между магнитом и своим железным гвоздем толстые доски, стены из керамики и мрамора и даже металлы и обнаруживает, что нет ничего более прочного, чтобы ослабить его силу или сдержать ее, кроме железной пластины. Все, что можно добавить к этому убедительному наблюдению, - это то, что железная пластина должна быть очень толстой, чтобы пропускать все силовые линии, связанные с магнитом, и, таким образом, полностью экранировать пространство за его пределами.

Но Гилберт поражает, когда он продолжает делать толстые коробки из золота, стекла и мрамора; и, помещая в них свою иглу, заявляет с простительным энтузиазмом, что, независимо от коробки, в которой заключен магнит, он поворачивается к предопределенным точкам севера и юга. Он даже сооружает железный ящик, помещает в него свой магнит, наблюдает за его поведением и приходит к выводу, что он поворачивается на север и юг и делал бы это, если бы "был заперт в железных хранилищах, достаточно вместительных". В этом он ошибся, поскольку эксперименты показывают, что если стенки коробки тонкие, игла будет испытывать направляющую силу земли; но если они достаточно толстые — толщиной со стенки обычного сейфа, — внутренняя часть такой коробки будет полностью экранирована; ни одна из магнитных линий земли не проникнет в нее, так что игла будет оставаться безразличной в любом положении, в котором она находится. Несколько лет назад физическую лабораторию Колледжа Святого Иоанна в Оксфорде оградил от навязчивых линий соседних динамо-машин, построив две кирпичные стены параллельно друг другу на расстоянии восьми дюймов друг от друга и заполнив пространство железным ломом. Тонкий магнитометр показал, что такая структура не допускает утечки силовых линий через нее, но создает непроницаемый барьер для магнитного воздействия работающих динамо-машин.

Величайшее открытие Гилберта заключается в том, что сама земля действует как огромный шаровой магнит, имеющий свои магнитные полюса, ось и экватор. Полюс, который находится в нашем полушарии, он по-разному называет северным, бореальным или арктическим. В то время как полюс в другом полушарии он называет южным, австралийским или антарктическим.

Он пытался объяснить магнитное состояние нашего земного шара присутствием, особенно в его самых внутренних частях, того, что он называет истинной земной материей, однородной по структуре и наделенной магнитными свойствами, так что каждый отдельный фрагмент демонстрирует всю силу магнитной материи. Он вполне осознает, что его теория представляет собой грандиозное обобщение; и признает, что это "новая и до сих пор неслыханная точка зрения", и он настолько уверен в ее ценности, что не боится сказать, что "она будет стоять так же прочно, как все, что когда-либо создавалось в философии, подкрепленное остроумной аргументацией или подкрепленное математическими доказательствами".

Разрабатывая свою теорию земного магнетизма, Гилберт допустил определенные ошибки, главным образом из-за недостатка данных, но отчасти также из-за своей приверженности точке зрения, что земля в точности напоминает его терреллу по своему магнитному действию. Соответственно, он полагал, что магнитные полюса земли диаметрально противоположны друг другу и что они совпадают с полюсами вращения, откуда следовало, что магнитный меридиан повсюду совпадает с географическим и что магнит, если на него не влияют локальные возмущения, находится точно на полюсе.

Однако из захватывающих впечатлений Колумба и постоянных сообщений путешественников было хорошо известно, что это не так. Сам Гилберт говорит, что на момент написания статьи, в 1600 году, стрелка указывала на $11-1/3^\circ$ к востоку от северной границы Лондона; но чего он не знал и не мог знать, так это того, что это отклонение на восток уменьшалось из года в год, чтобы полностью исчезнуть в 1657 году, после чего стрелка начала снижаться к западу.

Это магнитное склонение сильно озадачило Гилберта, поскольку не вписывалось в его теорию. Тем не менее, требовалось объяснение; и поскольку землю следует считать нормальным магнитом с хорошим поведением, хотя и космического размера, Гилберт устраняет трудность, говоря, что это изменение есть не что иное, как "своего рода возмущение направляющей силы", вызванное неравномерностью земной поверхности из-за континентов и горных массивов: "Поскольку поверхность земли разнообразна возвышенностями суши и глубинами морей, обширные континентальные территории, океаны и морей различаются во всех отношениях, в то время как сила, производящая все магнитные движения, исходит от постоянного магнитного вещества земли, которое наиболее сильно на самом массивном континенте, а не там, где поверхность земли отличается ". является ли вода текучей или неустойчивой, из этого следует, что по отношению к массивному участку суши или континенту, поднимающемуся на некоторую высоту в любом меридиане, существует измеримый магнитный наклон от истинного полюса к востоку или западу ".

Гилберт настолько убежден в истинности и удовлетворительном характере своего объяснения, что продолжает: "В северных регионах стрелка компаса меняется из-за северных возвышенностей; в южных регионах - из-за южных возвышенностей. На экваторе, если бы возвышенности с обеих сторон были равны, не было бы никаких изменений ". В более поздней главе книги IV он добавляет, что "в сердце великих континентов нет различий; то же самое происходит и посреди великих морей".

Поскольку континенты и горные цепи являются одними из постоянных характеристик нашей планеты, Гилберт пришел к выводу, что неправильное направление стрелки также было постоянным в любом данном месте, вывод, который, как показали наблюдения, сделанные после Гилберта, оказался неверным. Гилберт пишет: "Как стрелка всегда была наклонена к

востоку или к западу, так и сейчас дуга изменения остается одинаковой в любом месте или регионе, будь то море или континент; так же и она будет вечно неизменной".

Мы знаем, что это неправда, и Гилберт тоже мог бы знать то же самое, если бы применил экспериментальный метод, который он использовал с таким непревзойденным мастерством и принес плодотворные результаты в других областях своих любимых исследований, к этому конкретному элементу земного магнетизма. В течение двадцати лет он с невероятным рвением и настойчивостью трудился в своих мастерских в Колчестере над экспериментами по электричеству, магнетизму и земному магнетизму, которые он воплощает и обсуждает в своей оригинальной и эпохальной книге "*О магнетизме*", опубликованной в 1600 году; двадцатилетнего периода было достаточно для такого внимательного наблюдателя, каким он был, чтобы обнаружить медленное изменение магнитного склонения, открытое его другом Геллибрандом в 1634 году, опубликованное им в 1635 году и известное сегодня как "вековая вариация". Это правда, что измеряемая величина была небольшой; но что удивительно, так это то, что такой трудолюбивый и находчивый экспериментатор, каким был Гилберт, не записал на своих страницах никаких собственных наблюдений за склонением или падением, элементами первостепенной важности в магнитной теории.

Вскоре после путешествия Колумба считалось, что *долготу* того или иного места можно определить по его магнитному склонению. Гилберт, однако, так не думал и соответственно оценивал тех, кто отстаивал эту точку зрения. "Порта, - говорит он, - введен в заблуждение тщетной надеждой и беспочвенной теорией"; Ливиус Санутус "жестоко мучает себя и своих читателей подобными тщеславными выдумками"; и даже исследования Стевина, великого фламандского математика, о причинах вариаций в южных регионах земли "совершенно тщетны и абсурдны".

Что касается провала, Гилберт ошибочно полагал, что для любой данной широты он имеет постоянное значение. Он был настолько очарован этим постоянством, что предложил его в качестве средства определения *широты*. У него нет сомнений в этом вопросе; он уверен, что с его "инclinаториумом", или кругом наклона, вместе с прилагаемыми таблицами, рассчитанными для него известным логарифмистом Бриггсом, наблюдатель может определить свою широту "в любой части света без помощи солнца, планет или неподвижных звезд как в туманную погоду, так и в темноте".

После такого заявления неудивительно, что он восторгается возможностями своего инструмента и позволяет себе воскликнуть: "Мы видим, насколько далека от праздности магнетическая философия; напротив, насколько она восхитительна, насколько полезна, насколько божественна! Моряки, бросаемые волнами и измученные непрекращающимися штормами, в то время как они не могут узнать даже от небесных светил ничего о том, где на земле они находятся, могут с величайшей легкостью получить утешение от незначительного прибора и определить широту места, где им довелось находиться".

Гилберт подробно останавливается на индуктивном действии земли. Он куёт нагретые железные бруски на своей наковальне, а затем дает им остыть, лежа в магнитном меридиане. Он отмечает, что они намагничиваются, и не преминул указать полярность каждого конца. Он также приписывает влиянию земли магнитное состояние, приобретаемое железными стержнями, которые долгое время оставались неподвижными в северном и южном положении, и простодушно добавляет: "ибо велик эффект длительного направления тела к полюсам". Той же

причине он приписывает намагничивание железных крестов, прикрепленных к шпилям, башням и т.д., и без колебаний заявляет, что подножие креста всегда приобретает полярность, направленную на север.

Подобным образом каждый вертикальный кусок железа, такой как перила, фонарные столбы и каминные щипцы, становится магнитом под индуктивным действием земли. В случае с нашими современными судами намагниченность каждой пластины и вертикальной стойки, усиленная ударами молотка во время строительства, превращает все судно в магнитный магазин, в результате чего сложное "поле" делает настройку компасов несколько сложной и ненадежной. Ненадежный характер регулировки обусловлен главным образом изменением магнетизма корабля при изменении места в магнитном поле Земли, причем эффект незначительно усиливается от магнитного экватора к полюсам.

Обладая блестящим пониманием явлений земного магнетизма, Гилберт замечает, что вблизи полюсов стрелка компаса, имеющая тенденцию сильно опускаться, должна вследствие этого испытывать лишь слабую направляющую силу. К этому он добавляет, что "на полюсах нет направления", имея в виду, без сомнения, что стрелка компаса оставалась бы в любом горизонтальном положении, в которое ее можно было бы поместить, находясь вблизи магнитного полюса.

Именно с этим сталкиваются все исследователи Арктики, которые обнаруживают, что их компасы становятся все менее и менее активными по мере того, как они плывут на север, причина в том, что горизонтальная составляющая магнитной силы земли, которая одна управляет движением стрелки компаса, уменьшается по мере продвижения судна и совсем исчезает на магнитном полюсе. Достигнув высокой широты, капитаны не полагаются на свои компасы в определении координат, а прибегают к астрономическим наблюдениям. В своем отчете о магнитных исследованиях, проводимых в окрестностях магнитного полюса, Амундсен говорит: "На острове Прескотт компас, который некоторое время работал довольно медленно, полностью отказался действовать, и мы с таким же успехом могли бы использовать палку, чтобы ориентироваться".

Как врач, Гилберт ценил железо за его лечебные свойства, но осуждал шарлатанов и бродячих шулеров, которые практиковали "гнусное мошенничество ради наживы", используя толченый магнит для лечения ран и расстройств. "От головной боли, - сказал он, - применение магнита лечит не больше, чем надевание железного шлема или стальной шляпы"; и еще: "Давать его в виде отвара людям, страдающим водянкой, - это либо ошибка древних, либо наглая выдумка их переписчиков". В другом месте он осуждает рецепты с магнитом как "злой и смертоносный совет" и как "отвратительный обман".

В шестой и последней книге "*О Магнетизме*" Гилберт излагает свои взгляды на такие астрономические предметы, как форма земли, ее подвешивание в пространстве, вращение вокруг своей оси и вращение вокруг солнца.

Что касается формы нашей планеты, то примитивное представление, широко распространенное в древние времена, заключалось в том, что земля представляет собой плоскую, неровную массу, плавающую в бескрайнем океане. Индусы, однако, не принимали доктрину флатландии, но учили, что земля представляет собой выпуклую массу, покоящуюся на спине тройки слонов, имеющих в качестве опоры панцирь гигантской черепахи. Конечно, они

не сказали, как покладистому челонианцу удавалось сохранять свое чудесное состояние равновесия под навалившейся массой.

Аристотель (384-322, до н.э.) учил, что земля, неподвижно расположенная в центре вселенной, не плоская, как диск, а круглая, как апельсин, приводя в качестве доказательств (1) постепенное исчезновение корабля, стоящего в море, и (2) форму тени, отбрасываемой землей во время лунных затмений, к которой другие добавляли (3) изменение высоты циркумполярных звезд, легко заметное при движении на север или юг. Аристарх Самосский (310-250), один из великих астрономов древности, пошел дальше, не побоявшись научить, что земля имеет сферическую форму, что она ежедневно обращается вокруг своей оси и ежегодно обращается вокруг солнца. Такое ортодоксальное учение, однако, не понравилось людям в целом, поскольку им не очень нравилась идея носиться по своим домам и городам с опасной скоростью, предпочитая объяснять небесные явления вращением огромной небесной сферы со всем звездным воинством вокруг плоской неподвижной земли. Для них такая система космографии зарекомендовала себя своей простотой и разумностью, а также ощущением стабильности, покоя и комфорта, которые она приносила с собой.

Птолемей, который процветал в Александрии около 150 г. н. э. и чье имя связано с системой мироздания, также считал, что земля имеет сферическую форму, приводя в то же время некоторые очень остроумные доказательства своей веры. Святой Августин в четвертом веке не возражал против доктрины круглой земли, хотя и ощущал религиозные трудности, возникающие из-за существования антиподов, которые достигли своей острой стадии четыреста лет спустя.

Хорошо бы помнить, что Церковь не осуждала существование антиподного мира; то, что она осудила, было учением Виргилия, епископа Зальцбургского, о том, что этот мир, лежащий под экватором, был населен расой людей, не произошедших от Адама. Виргилий также учил, что у антиподов были солнце и луна, отличные от наших, и это астрономическое мнение никогда не оспаривалось церковными властями.

Бозций, достойный представитель естественной и высшей философии VI века, писал о земле как о шаре по форме, но маленьком по сравнению с небесами. Исидор Севильский в седьмом веке, "самый образованный человек своего времени", и Беда-энциклопедист в восьмом отвергли теорию плоской дискообразной земли и вернулись к сферической форме ранних греческих астрономов. Но опять же, должны были пройти столетия, прежде чем людям удалось заставить мириться со взглядами на мир, которые казались столь прямо противоположными повседневным ощущениям их органов чувств.

Сильные, убедительные аргументы, которые одни устанавливают эту теорию на прочной основе, однако, не были известны Копернику и не могли быть известны в эпоху, предшествовавшую изобретению телескопа и в которой астроному приходилось самому изготавливать свои грубые деревянные инструменты. Удивительно, что Коперник проделал такую превосходную наблюдательную работу на берегах Вислы с помощью имевшихся в его распоряжении грубых приборов. Аргументами, которые он выдвигал и доказывал с непревзойденным мастерством в пользу принятия своей революционной теории, были ее общая простота и правдоподобие. Ясных и решающих доказательств он не привел; однако, пока он работал над своим эпохальным трактатом, начатым в 1507 году и опубликованным в 1543 году с посвящением папе Павлу III, прямое доказательство сферической формы земли

было дано возвращением (1528 г.) с Филиппин по восточному маршруту одного из кораблей Магеллана, который достиг этих отдаленных островов после пересечения западного океана, который португальский мореплаватель назвал "Тихим" из-за спокойствия его вод. Для прямого доказательства годового движения земли миру пришлось ждать еще двести лет, пока Брэдли не обнаружил "абerrацию света" в 1729 году; и для прямой демонстрации ее *суточного* движения, пока Фуко не провел свой эксперимент с маятником в Пантеоне в 1851 году.

Мы не можем оставить ссылку Гилберта на "невесомую землю" без нескольких замечаний, оправдывающих наше одобрение этого утверждения.

Идея, обозначаемая термином "вес", - это притяжение, которое земля оказывает на массу тела; таким образом, когда мы говорим, что железный шар весит шесть фунтов, мы имеем в виду, что земля тянет его вниз с силой, равной весу в шесть фунтов. То, что вес данного куска вещества является не постоянной, а зависимой величиной, можно увидеть из ряда соображений. Его вес в вакууме, например, отличается от его веса в воздухе, а этот последний значительно отличается от его веса в воде или масле. Опять же, если мы спустим наш экспериментальный шар в шахту, пружинные весы, используемые для измерения силы притяжения земли, зафиксируют на нем не шесть фунтов, а что-то меньшее; и чем дальше мы спускаемся, тем меньше будет регистрироваться пружинными весами. На глубине двух тысяч миль под поверхностью оказалось бы, что шар потерял половину своего веса, а на глубине четырех тысяч миль - весь свой вес. В центре земли "ящик с гирями" по-прежнему назывался бы "ящиком с гирями", хотя нисам ящик, ни прилагаемые к нему эталоны по отдельности или все вместе не имели бы никакого веса. Экспериментально было показано, что две массы весят немного меньше, когда расположены одна над другой, чем когда расположены рядом, потому что в последнем случае их общий центр масс находится значительно ближе к центру земли. Каждая мать знает, что, когда мальчика посылают купить фунт конфет, его радует масса сладкого продукта, а не его вес, поскольку это больше похоже на обременение, пока он несет его домой. Конечно, вес используется каждый день, и правильно, как мера массы, поскольку каждый студент-механик без малейших колебаний пишет:

$$W=Mg.$$

под этим он просто подразумевает, что вес тела прямо пропорционален его массе (M), которая постоянна, куда бы ни было доставлено тело, и силе тяжести (g), которая незначительно меняется в зависимости от географического положения. Так как обе шкалы-кастрюли из обычного равновесия одинаково влияют местного значения g., следует, что равновесие устанавливается только тогда, когда две *массы*—тела и стандартов—сами равны; следовательно, и весом-это в действительности лишь процесс сравнения масс, *т. е.*, процесс "сосредоточения."

Если мы поднимем наш экспериментальный шар на вершину холма или горы, или поднимемся на воздушном шаре, мы обнаружим, что натяжение регистрирующей пружины становится все меньше и меньше по мере того, как мы поднимаемся все выше и выше, из чего мы, естественно, заключаем, что если бы мы могли выйти достаточно далеко в околоземное пространство, скажем, к Луне, шар полностью потерял бы свой вес; он перестал бы растягивать пружину измерительных весов, его вес исчез бы на определенном, поддающемся вычислению расстоянии от центра Земли. Если перенести шар дальше этой точки, он попадет под

преобладающее притяжение Луны и снова начнет давить на указатель весов, пока на поверхности нашего спутника не окажется, что он весит ровно *один* фунт. Если перенести шар на планету Марс, он будет весить *два* фунта, а если на поверхность планеты-гиганта Юпитера, то *шестнадцать* фунтов. Но в то время как его вес, таким образом, постоянно меняется, его масса или количество вещества, из которого он сделан, все это время остается постоянной, в равной степени не подверженной влиянию таких переменных, как движение, положение или даже температура.

Возвращаясь из небесного пространства в наше более благоприятное земное окружение, мы обнаруживаем аналогичное непостоянство веса мяча по мере движения от экватора к обоим полюсам, причем вес меньше всего на экваторе и немного больше на обоих концах нашей оси вращения. Это изменение полностью объясняется сфероидальной формой земли и ее вращательным движением, в силу чего при движении от экватора к полюсу наше расстояние от центра притяжения немного уменьшается, как и составляющая местной центробежной силы, противодействующей силе тяжести.

Из всего этого будет видно, что вес тела носит скорее случайный характер, чем является существенным свойством материи, тогда как его масса является необходимым и неизменным свойством. Следовательно, мы вполне уместно говорим о сохранении массы точно так же, как мы в равной степени уместно говорим о сохранении энергии; но мы можем никогда не говорить и не писать о сохранении веса. Масса нашего железного шара вдали от поверхности Земли точно такая же, как и в любом другом месте на поверхности, будь то в тысяче миль под поверхностью или в тысяче миль над ней; и такой же он был бы найден в любой части солнечной системы или звездной вселенной, куда бы его ни перенесли.

Поскольку вес - это не что иное, как притяжение, которое земля оказывает на тело, из этого следует, что, какой бы большой и массивной ни была наша планета, она, тем не менее, должна быть невесомой; ибо нельзя с какой-либо степенью достоверности сказать, что она тянет сама себя. Он неспособен произвести даже бесконечно малое изменение положения своего центра масс, или центра тяжести, как иногда называют этот центроид. Земля притягивает себя без какой-либо силы; но в своем ежегодном движении она притягивается и управляется Солнцем, центральным управляющим телом нашей системы, в то время как луна и планеты играют лишь роль мелких нарушителей спокойствия.

Было бы, однако, правильно говорить о *массе* Земли *относительно* солнца; ибо солнце притягивает массу нашей планеты с определенной силой, легко вычисляемой по знакомой формуле для центрального взаимодействия, а именно mv^2/r , в которой m - масса земли, v - ее орбитальная скорость и r - ее расстояние от солнца. Подводя итоги, можно сказать, что вес земли относительно солнца равен

масса 3,000000,000000,000000 или 3×10^{18} тонн,

или, проще говоря, весом в три миллиона миллионов миллионов тонн.

Здесь можно отметить, что скорость v Земли на ее орбите является переменной величиной в зависимости от расстояния от Солнца. Поскольку это расстояние наименьшее в декабре и наибольшее в июне, отсюда следует, что земля зимой тяжелее относительно солнца, чем летом.

The *Масса* Земли, с другой стороны, является не относительной и переменной величиной, а постоянной и независимой, на которую не повлияло бы ни внезапное уничтожение всех других элементов солнечной системы, ни мгновенное или последовательное добавление тысячи шаров. Масса, являющаяся произведением объема на плотность, равна массе земли 6000,000000,000000,000000 или 6×10^{21} тонны, что соответствует массе в шесть тысяч миллионов миллионов миллионов тонн.

Таким образом, число, выражающее массу земли, сильно отличается от числа, представляющего ее вес относительно солнца. Очевидно, что последнее было бы гораздо большей величиной, если бы нашу планету перевели на орбиту Венеры, и гораздо меньшей, если бы перевели на орбиту далекого Юпитера, но число, выражающее ее массу, оставалось бы точно таким же в обоих случаях, а именно, значение, указанное выше.

Разрабатывая свою теорию магнетизма, и особенно магнитную теорию земли, Гилберт широко использовал магнитные шары, которые он назвал "терреллами", *то есть* миниатюрными моделями земли. Продолжая свое глубокое исследование, он постепенно перешел от этих "терреллов" к своему великому убеждению в том, что сама земля является колоссальным магнитом, подобным глобусу. Следуя Норману, "гениальному мастеру" из Лаймхауса, Лондон, он также показал, что все кубическое пространство, окружающее магнит, является "сферой силы", или областью влияния, из чего он сделал вывод, что сама земля должна иметь свою "сферу силы", или магнитное поле, простирающееся наружу на очень большое расстояние.

Гилберт ни на мгновение не задумывается о том, что эта теория земного магнетизма, впервые данная миру, является дикой спекуляцией. Отнюдь нет; он убежден, что "это будет стоять так же прочно, как все, что когда-либо создавалось в философии, подкрепленное остроумной аргументацией или математическими доказательствами".

Если у земли есть магнитное поле, утверждал он, то почему бы не быть Луне, планетам и самому солнцу, "двигателю и подстрекателю Вселенной"? Учитывая эти планетарные магнитные поля, Гилберту, по-видимому, не составило труда определить силы, необходимые для объяснения важнейших трудностей доктрины Коперника. Не отсутствует и среда, необходимая для взаимного действия магнитных шаров, поскольку мы уверены, что это не что иное, как универсальный *эфир*, который, по его словам, "не имеет сопротивления".

Гилберт решает космографическую загадку "подвешивания" земли в пространстве, говоря, и справедливо, что земля "не имеет собственной тяжести" и, следовательно, "не рассеивается во всех областях неба". Чтобы подчеркнуть это утверждение, он продолжает: "Земля на своем собственном месте никоим образом не тяжелая и не нуждается в каком-либо уравнивании"; и снова: "Вся земля сама по себе не имеет веса". "Чудесной мудростью Творца, - говорит он в другом месте, - в землю были вложены силы, позволяющие самому земному шару неуклонно выбирать направление".

Гилберт считает, что ежедневное вращение Земли вокруг своей оси также вызвано и поддерживается со строгой равномерностью той же преобладающей системой магнитных сил, поскольку "чтобы земля не погибла различными способами, она вращается благодаря своей *магнитной энергии*, и таковы также движения остальных планет".

Каким именно образом эта магнитная энергия вызывает вращательное движение массивного земного шара, Гилберт не говорит. Он также не смог разгадать такую магнитную загадку,

поскольку в его философии не было ничего, что объясняло бы, как магниевый шар в свободном космосе мог когда-либо стать вечным магнитным двигателем. Как ни странно, он не согласен с Перегринусом, который утверждал в своей *Эпистоле* 1269 года, что террелла, или сферический магнит, установленный на меридиане, будет регулярно поворачиваться вокруг своей оси каждые 24 часа. Он наивно говорит: "Нам никогда не доводилось видеть этого; более того, мы сомневаемся, что такое движение существует". Продолжая, он приводит свой решающий аргумент: "Это ежедневное вращение кажется некоторым философам чудесным и невероятным из-за укоренившейся веры в то, что огромная масса земли совершает орбитальное движение за 24 часа; было бы еще более невероятным, чтобы Луна за 24 часа пересекла свою орбиту или завершила свой курс; еще более невероятным, чтобы это сделали солнце и Марс; еще более невероятным - Юпитер и Сатурн; более чем удивительной была бы скорость неподвижных звезд и небесного свода".

Здесь он вынужден отругать Птолемея за то, что тот был "чересчур робок и щепетилен в опасениях распада этого нижнего мира, если бы земля двигалась по кругу. Почему он не воспринимает вселенское крушение, разложение, смятение, пожар и колоссальные небесные и сверхнебесные бедствия из-за движения (звездной сферы), которое превосходит всякое воображение, все мечты, басни и поэтическую вольность, движение невыразимое и непостижимое?"

Гилберт неясен и не акцентирует внимание на другом учении Коперника - вращении земли и планет вокруг Солнца. Однако он говорит, что каждый из движущихся шаров "имеет круговое движение либо по большой круговой орбите, либо вокруг своей собственной оси, либо в обоих направлениях". И снова: "Земля по какой-то великой необходимости, даже в силу врожденного, очевидного и бросающегося в глаза свойства, вращается по кругу вокруг Солнца". В другом месте он утверждает, что Луна обращается вокруг земли "благодаря магнитному сжатию того и другого". Он возвращается к этому моменту в своем *"О мире ностро"*, говоря: "Сила, исходящая от Луны, достигает земли; и подобным же образом *магнетическая сила* земли проникает в область Луны".

Здесь мы имеем дело с подразумеваемым взаимодействием между двумя магнитными полями - довольно умная идея для магнетика шестнадцатого века. В одном случае реакция происходит между полями Земли и Луны, заставляя последнюю вращаться вокруг своей звезды один раз в месяц; а во втором - между полями земли и Солнца, заставляя нашу планету вращаться вокруг центра нашей системы один раз в год.

Хотя это взаимодействие двух магнитных полей и являлось неэффективной причиной годового движения нашей планеты, оно, тем не менее, имело нечто общее с идеей взаимного действия материальных частиц, постулируемой в ньютоновской теории всемирного тяготения.

Это магнетическое допущение, с помощью которого Гилберт пытался защитить теорию Вселенной, предложенную Коперником, было очень уязвимым местом в его астрономической броне, которое было быстро обнаружено и яростно атаковано плеядой континентальных авторов; все они были церковниками, известными физиками и астрономами. Они приняли электрические и магнитные открытия Гилберта и прониклись симпатией к его экспериментальному методу; они не отвергли его теорию земного магнетизма, но отвергли и

высмеяли то, как он использовал ее для обоснования гелиоцентрической теории. Они высмеивали английского философа за его магнитную гипотезу о вращении планет и преуспели в дискредитации доктрины Коперника. Какое-то время преобладали ошибки, но *Principia* Ньютона, опубликованные в 1687 году, дали системе Птолемея *переворот*. Гипотеза Гилберта о взаимодействии магнитных полей планет уступила место теории всемирного тяготения, и коперниканство, наконец, восторжествовало.

На страницах трактата Гилберта он проявляет себя удивительно скупым в похвалах, но удивительно энергичным в осуждении. Святой Фома является примером первого, поскольку говорят, что он довольно хорошо разбирается в природе магнита; и признается, что "с его богоподобным и пронизательным умом он развил бы многие идеи, если бы был знаком с магнитными экспериментами". Бельгиец Тенье - пример последнего, чей плагиат из "Перегринуса" вырывает у нашего возмущенного автора такие уничтожающие слова, как "Пусть боги проклянут все эти фальшивые, ворованные, искаженные работы, которые так запутывают умы студентов!"

Помимо своего трактата о магните, Гилберт является автором обширной работы под названием "О мире ностро Подлунного", в которой он защищает современную систему мироздания, предложенную Коперником, и излагает свои взгляды на важные космические проблемы. Это произведение было опубликовано после смерти автора, сначала в Штеттине в 1628 году, а затем в Амстердаме в 1651 году.

Канцлер Бэкон был хорошо знаком с этим трактатом нашего философа; более того, в его коллекции были единственные две копии рукописи, когда-либо сделанные, одна на латыни, а другая на английском, что является весьма необычным и значительным фактом, учитывая отношение канцлера к Гилберту. Грубо говоря, хотелось бы знать, как он завладел рукописями и каковы были его мотивы скрывать их от философов того времени. "Это считается удивительным", - пишет проф. Дж. Сильванус П. Томпсон, "что Бэкон, имевший в своем распоряжении рукописи и долгие годы державший их неопубликованными, должен был написать суровую критику в адрес их покойного автора и его методов, в то же время выдавая себя за первооткрывателя индуктивного метода в науке, метода, который Гилберд (Гилберт) практиковал годами ранее".[6]

Следующие отрывки покажут, что Бэкон не был поклонником физических и космических теорий Гилберта. В "Новом органоне" канцлер писал: "Его философия является примером экстравагантных спекуляций, основанных на недостаточных данных"; опять же, "Как алхимики создали философию из нескольких экспериментов с печью, Гилберт, наш соотечественник, создал философию из магнита" ("Развитие науки"); наконец, "Гилберт попытался создать общую систему магнита, пытаясь построить корабль из материалов, которых недостаточно для изготовления гребных штифтов лодки" ("De Augmentis Scientiarum").

Возникает соблазн спросить, как возникло это странное пренебрежение, с которым Бэкон относился к научным взглядам величайшего натурфилософа своего времени и страны? Было ли это вызвано чувством ревности, которое не могло вынести соперника в области высшей философии, или это было потому, что Бэкон, антикоперниканец, хотел записать Гилберта, защитника гелиоцентрической теории, на Британских островах?

Читая пренебрежительные замечания Бэкона, мы должны помнить, что его математические и физические познания были очень ограниченными даже для того века, в который он жил; из чего можно с уверенностью заключить, что он был весьма недостаточно квалифицирован, чтобы судить о ценности электрических и магнитных работ, выполненных в мастерских в Колчестере, или о теориях, которые они породили.

Бэкон заслуживает похвалы за то, что осудил господствующую систему натурфилософии, которая была в основном авторитетной, спекулятивной и силлогистической, а не экспериментальной, дедуктивной и индуктивной, но он был непоследователен и забыл о своих собственных принципах, когда принижал величайшего живого врага простого книжного обучения и самого искреннего защитника лабораторными методами для продвижения обучения словом и примером.

Чтобы избежать неправильного понимания, здесь следует указать, что Бэкон не всегда был строг в обращении со своим прославленным согражданином, поскольку в нескольких местах он одобрительно отзывается об электрических и магнитных экспериментах, содержащихся в книге *"О магнетизме"*, которую он называет в своем *"Развитии знаний"* "болезненной (т.е. кропотливой) экспериментальной книгой". В других местах он так свободно использует Гилберта, сам того не признавая, что опасно близок к подозрению в плагиате.

Гилберт умер, вероятно, от чумы, на шестидесятом году жизни, 10 декабря 1603 года, и был похоронен в алтаре церкви Святой Троицы в Колчестере, где на настенной табличке записаны на латыни основные факты его жизни.

Доктор Фуллер в своей книге *"Достойные Англии"* (1662) описывает Гилберта как человека высокого роста и жизнерадостного "цвета лица", счастье, которое, как он забавно замечает, обычно не встречается у столь усердного студента и пенсионера." Завершая свою оценку философа, Фуллер пишет: "Могила Магомета в Мехе^[7], как говорят, странным образом зависла, притянутая каким-то невидимым магнитом; но память об этом Докторе никогда не упадет на землю, которую его несравненная книга *"О магнетизме"* будет поддерживать вечно".

Воодушевленный подобным духом национальной гордости, Драйден писал

Гилберт будет жить до тех пор, пока магнетиты не перестанут притягивать,
Или британские флоты не перестанут внушать страх бескрайнему океану.

Мы завершим эти замечания оценкой Хэллама Гилберта как научного пионера, содержащейся в его *Введении в европейскую литературу*. "1600 год, - говорит он, - был первым годом, когда Англия опубликовала замечательную работу в области физики; но этого было достаточно, чтобы создать ее автору прочную репутацию. Гилберт, врач, в своем латинском трактате о магните не только собрал все знания, которыми обладали другие по этому предмету, но сразу же стал отцом экспериментальной философии на этом острове; и, благодаря исключительному счастью и остроте гения, основателем теорий, которые были возрождены по прошествии веков и почти повсеместно приняты в качестве символа веры науки".

Почти триста лет *De Magnete* оставался непереведенным, его читали лишь немногие ученые. Первый перевод был сделан П. Флери Моттлеем из Нью-Йорка и опубликован господами Дж. Уайли и сыновья в 1893 году. Г-н Моттлей уделил много внимания библиографии наук-

близнецов электричества и магнетизма, о чем красноречиво свидетельствуют примечания, которые он добавил к переводу.

Второй перевод появился в год трехсотлетия, в 1900 году, и был работой членов лондонского клуба Гилберта, среди которых были доктор Джозеф Лармор и проф. Дж. Сильванус П. Томпсон. Это перевод от страницы к странице с факсимильными иллюстрациями, начальными буквами и концовками.

Как можно было бы заключить из многочисленных ссылок, содержащихся в *De Magnete*, у Гилберта была значительная коллекция ценных книг, классических и современных, имеющих отношение к делу его жизни; но они, а также его терреллы, глобусы, минералы и инструменты погибли во время великого лондонского пожара 1666 года вместе со зданиями Медицинского колледжа, в котором они находились.

Портрет Гилберта много лет хранился в Бодлианской библиотеке в Оксфорде, но уже давно исчез с ее стен. По случаю трехсотой годовщины (1903) смерти Гилберта Лондонский институт инженеров-электриков подарил мэру Колчестера прекрасную картину, изображающую Доктора в момент демонстрации некоторых своих электрических экспериментов королеве Елизавете и ее двору (включая сэра Уолтера Роли, сэра Фрэнсиса Дрейка и Сесила, лорда Берли, известного государственного секретаря). Точная копия картины была отправлена на выставку в Сент-Луисе в 1904 году, где она стала одной из достопримечательностей Здания электроснабжения.

Дом, в котором родился Гилберт (1544), до сих пор стоит на улице Святой Троицы в Колчестере, где его часто посещают люди, интересующиеся историей электричества и магнетизма.

Брат Потамиан.

СНОСКИ:

[6] "Сувенир к трехсотлетию Гилберда", стр. 6.

[7] Смотрите магнитные мифы, стр. 5.

ГЛАВА III.

Франклин и некоторые современники.

Как уже было видно, писатели Греции и Рима мало знали о магните; теперь мы должны добавить, что знания об электричестве, которыми они обладали, носили тот же элементарный характер. Они знали, что определенные смолистые вещества, такие как янтарь и гагат, при растирании обладают свойством притягивать соломинки, перья, сухие листья и другие легкие тела; дальше этого их философия не шла. Средние века мало что добавили к этому предмету, поскольку схоласты были заняты вопросами более высокого порядка. Саксонская гептархия приходила и уходила, Алкуин преподавал в школах Карла Великого, кардинал Лэнгтон заставил безземельного и никчемного короля подписать Великую хартию вольностей, с папской санкции были основаны университеты в Италии, Франции, Германии, Англии и Шотландии, Коперник

написал свой трактат о вращении небесных тел и посвятил его папе Павлу III., Тихо Браге совершил свои знаменитые астрономические наблюдения в Ураниенборге и подружился в Праге с нищим Кеплером, а Колумб подарил Кастилии и Леону Новый Свет — и все это до того, как появился человек, который, используя янтарь в качестве проводника, открыл для себя новый мир явлений, мысли и философии. Этим человеком был не кто иной, как Гилберт, чьи открытия в области магнетизма были описаны в предыдущей главе. Основным направлением его работы был магнетизм; электричество было лишь вспомогательным. Один из них был главной темой поисков длиною в жизнь, в то время как другой был всего лишь отступлением. Это было отступление, в котором качества прирожденного исследователя проявились в самом лучшем виде: бдительность и серьезность, находчивость и настойчивость, и все это было вознаграждено богатым урожаем ценных результатов. Освежает и вдохновляет чтение Второй книги трактата Гилберта "О магнетизме", в которой в краткой последовательности описаны двадцать важных открытий, которые он сделал в своей новой области деятельности.

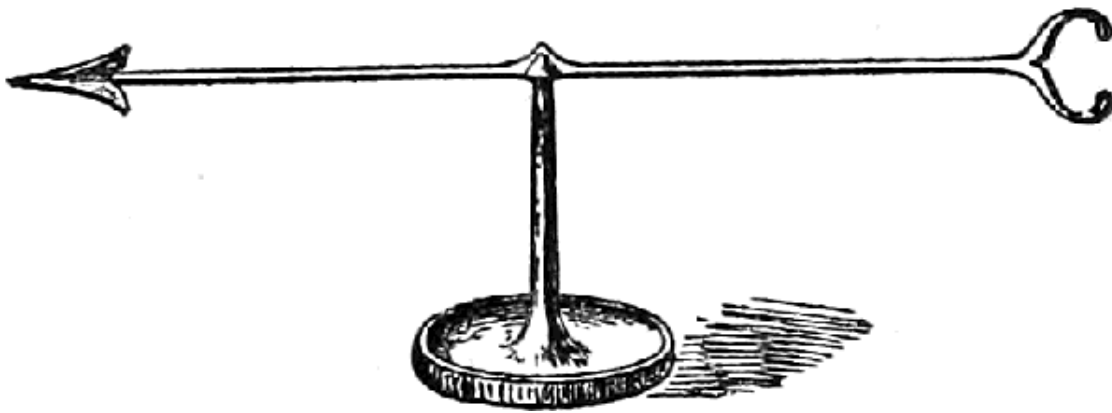


Рис. 9

"Версориум" Гилберта, или Электроскоп

С самого начала он счел необходимым изобрести регистрирующий прибор для проверки электризации, возникающей при трении самых разных веществ. Это устройство он уместно назвал *версориумом*; мы бы назвали его электроскопом. "Сделай себе, - говорит он, - вращающуюся иглу из любого металла длиной в три-четыре пальца, довольно легкую и насаженную на острие". Затем он энергично трет и подносит к себе версориевое стекло, серу, опал, алмаз, сапфир, карбункул, горный хрусталь, сургуч, квасцы, смолу и т.д. и обнаруживает, что все это притягивает его подвешенную иглу, и не только иглу, но и все остальное. Примечательны его слова: "Все вещи тянутся к электрике". Это большой шаг вперед по сравнению с янтарем и гагатом, единственными двумя телами, ранее известными как обладающие способностью притягивать "соломинки, мякину и прутья", обычные тестирующие вещества древних. Продолжая свои исследования, он находит множество тел, которые приводят его в замешательство, потому что при растирании они не воздействуют на его электроскоп. Среди них он перечисляет: кость, слоновая кость, мрамор, кремнь, серебро, медь, золото, железо, даже сам магнит. Первый класс он назвал *electrica*, электрика; второй был назван *anelectrica*, неэлектрика.

Таким образом, Гилберту мы обязаны терминами "электрический" и "electrical", которые он взял от греческого названия янтаря вместо "янтарный" и "янтарный", их латинских эквивалентов. Существительное электричество было введено в обращение в более поздний период, вероятно, благодаря сэру Томасу Брауну, в чьей *Псевдодокиии Epidemica*, 1646, оно встречается в

единственном числе на странице 51 и во множественном числе на странице 79. Возможно, читателю будет интересно узнать, что химическим термином "*сродство*" мы обязаны Альберту Великому, *барометром* - Бойлю, *газом* - ван Гельмонту, *магнетизмом* - Барлоу, магнитным *наклонением* к Бонду, *электрической цепью* - Уотсону, *электрическим потенциалом* - Грину, *гальванометром* - Каммингу, *электромагнетизмом* - Кирхеру, *электромагнитом* - Стерджену и *телефоном* к Уитстоуну.

Гилберт был озадачен аномальным поведением своего неэлектрического оборудования. Он упорно трудился, чтобы выяснить причину. Он предпринял длинную, абстрактную философскую дискуссию о природе тел, которая из-за своей тонкости не смогла раскрыть причину его озадачивающей аномалии. Гилберту не удалось обнаружить различие между проводниками и изоляторами; и, как следствие, он так и не выяснил, что одинаково наэлектризованные тела отталкиваются друг от друга. Если бы он только подвесил возбужденную палочку сургуча, какая обетованная земля электрических чудес открылась бы его взору и какой урожай результатов собрал бы такой жнец! От твердых тел Гилберт переходит к изучению поведения жидкостей и обнаруживает, что они тоже подвержены электрическому воздействию. Он замечает, что кусочек натертого янтаря, когда его подносят к капле воды, деформирует его, придавая ему коническую форму. Он даже экспериментирует с дымом, придя к выводу, что мелкие частицы углерода притягиваются наэлектризованным телом. Несколько лет назад сэр Оливер Лодж, развивая это наблюдение, предложил выпускать ядовитую пыль, витающую в атмосфере свинцовых заводов, с помощью больших электростатических машин. Он даже намекнул в своей лекции в Королевском институте, что они могут быть полезны для рассеивания тумана, и рекомендовал провести испытания на некоторых наших океанских пароходах.

Затем Гилберт пробует использовать тепло в качестве агента, вызывающего электризацию. Он берет раскаленный докрасна уголь и обнаруживает, что он никак не воздействует на его электроскоп; он нагревает железную массу до белизны и обнаруживает, что она тоже не оказывает электрического воздействия. Он пробует пламя, свечу, горящий факел и приходит к выводу, что все тела притягиваются электричеством, за исключением тех, которые горят, раскалены или чрезвычайно разрежены. Затем он меняет эксперимент на противоположный, поднося к возбужденному телу пламя лампы, и простодушно заявляет, что тело больше не притягивает вращающуюся иглу. Таким образом, он открыл нейтрализующий эффект пламени и снабдил нас самыми готовыми средствами, которые у нас есть сегодня, для разряда непроводников.

Он идет еще дальше; мы находим, что он подвергает некоторые из своих электрических устройств воздействию солнечных лучей, чтобы увидеть, приобрели ли они заряд; но все его результаты были отрицательными. Затем он концентрирует солнечные лучи с помощью линз, очевидно, ожидая какого-то электрического эффекта; но, не обнаружив его, с пафосом заключает, что солнце не дает энергии, а рассеивает и портит электрические потоки.

Профессор Риги показал, что чистая металлическая пластина приобретает положительный заряд при воздействии ультрафиолетового излучения любого искусственного источника света, но этого не происходит при воздействии солнечных лучей. Отсутствие электрических эффектов в последнем случае объясняется поглощающим действием атмосферы на более короткие волны солнечного луча.

Конечно, Гилберт позволяет себе некоторые предположения относительно характера агента, с которым он имел дело. Он думал об этом, рассуждал об этом, всячески добивался этого и пришел к выводу, что это должно быть что-то действительно чрезвычайно непрочное, но все же существенное, весомое, материальное. "Как воздух - это испарения земли, - говорит он, - так и наэлектризованные тела обладают собственными испарениями, которые они испускают при стимуляции"; и еще: "Вероятно, янтарь испускает нечто особенное, что привлекает сами тела".

Эти взгляды вполне согласуются с популярной сегодня электронной теорией электричества, которая наделяет эту неуловимую сущность атомной структурой. Считается, что крошечные частицы или электроны, вылетающие из катодного вывода вакуумной трубки с поразительной скоростью, являются не чем иным, как частицами отрицательного электричества в чистом виде. Они обладают массой и инерцией, оба этих свойства считаются полностью электрическими, хотя и весьма аналогичны массе и инерции обычной, весомой материи.

История показывает, что научные теории имеют свои периоды зарождения, зрелости и упадка. Когда они выполняют свою задачу, подобно строительным лесам, их убирают с глаз долой и хранят, скажем, в подвале отброшенной философии, для использования историками науки или метафизиками, пишущими о природе человеческого знания. Такова была судьба теории электричества "вытекания" Гилберта, флюидных теорий Дюфэ и Франклина и теории деформации эфира последних лет. "Каждая физическая гипотеза, - говорит профессор. Флеминг, - служит нам путеводной звездой на определенном этапе путешествия. Он освещает ограниченный участок пути, отбрасывая свет впереди и позади на некоторое расстояние; но его приходится выбрасывать и периодически заменять, потому что он исчерпал себя и потому что его работа выполнена".

Немного удивительно, что явление электрического отталкивания ускользнуло от внимания такого опытного экспериментатора, как Гилберт. И все же это было так; и Гилберт даже зашел так далеко, что отрицал само его существование, говоря: "Электричество притягивает объекты любого вида; оно никогда не отталкивает". Эта ошибка напоминает высказывание самого Гилберта о том, что "Люди с острым умом, без действительного знания фактов и при отсутствии эксперимента, легко оступаются и ошибаются". Всего через двадцать девять лет после того, как Гилберт написал этот афоризм, в Ферраре появился обширный труд иезуита Кабео по электрической и магнитной философии, в котором было признано и описано это электрическое отталкивание. Потерев один из своих электроприборов, Кабео заметил, что сначала он притягивал пылинки, а потом внезапно и яростно отталкивал их. В случае с нитями, волосками или филаментами любого вида он заметил, что они немного подрагивали, прежде чем быть отброшенными, как опилки. Это самоотталкивающее свойство электричества, описанное в 1629 году, открыло новую область исследований, которую активно исследовали ряд блестящих электриков в Англии и на Континенте.

Это стало особенно актуально после постройки первой машины трения Отто фон Герике в 1672 году. Бургомистр Магдебурга уже приобрел европейскую известность благодаря оригинальным и сенсационным экспериментам с атмосферным давлением, которые он провел в присутствии императора и его знати на торжественном заседании сейма (1651). Фон Герике, по-видимому, разделял мнение Гилберта о писателях-естествоиспытателях, которые трактуют свои предметы "эзотерически, торгуя чудесами, заумно, непонятно, мистически"; поскольку он утверждает, что

"ораторское искусство, элегантная дикция или умение вести диспут ничего не дают в области естествознания".

Машина фон Герике представляла собой шарик серы, а рука оператора или помощника была резиновой. Несколько лет спустя серный шар был заменен Ньютоном (некоторые говорят, Хауксби) на стеклянный шар, который, в свою очередь, был заменен стеклянным цилиндром Гордоном, шотландским бенедиктинцем, профессором естественной философии в Эрфуртском университете. В 1755 году Мартин де Планта из Суса, Швейцария, сконструировал формовочную машину, которая впоследствии была усовершенствована Рамсденом из Лондона. Машина трения, как ее справедливо называли, была заменена машиной воздействия - типом статического генератора, который одновременно эффективен, надежен и прост в эксплуатации. Наиболее известной формой для лабораторного использования является форма Уимсхерста (1832-1903) из Лондона.

Эндрю Гордон, шотландский бенедиктинец, о котором только что упоминалось, был человеком изобретательного склада ума. Кроме цилиндрической электрической машины, которую он сконструировал, он изобрел несколько хитроумных электрических устройств, среди которых *электрические колокольчики*, которые обычно приписывают Франклину. Они полностью описаны в его книге *"История электричества"*, опубликованной в 1745 году. На странице 38 он говорит, что его побудили попробовать электрический метод вызова колоколов; и затем добавляет: "Для этой цели я поставил два маленьких бокала для вина рядом друг с другом, один из которых стоял на электрифицированной доске, в то время как другой, расположенный на расстоянии дюйма от нее, был соединен с землей. Между ними я подвесил на шелковой нити маленькую колотушку, которая притягивалась к наэлектризованному стеклу, а затем отталкивалась от заземленного, издавая звук при ударе о каждое стекло. Поскольку хлопушка несколько прилипла к стеклам, эффект в целом был неприятным. Поэтому я заменил их двумя маленькими металлическими гонгами, подвешенными один к наэлектризованному проводнику, а другой - к заземленному стержню, причем гонги находились на одном уровне и на расстоянии одного дюйма друг от друга. Когда колотушку опускали и регулировали, она сразу же перемещалась к наэлектризованному колоколу, от которого переходила к другому, и продолжала двигаться взад и вперед, каждый раз ударяя в колокол с приятным эффектом, пока наэлектризованный колокол не терял свой заряд". На рисунке *a* соединен с наэлектризованным проводником; *b* - изолированный колпачок; *c* - заземленный гонг.

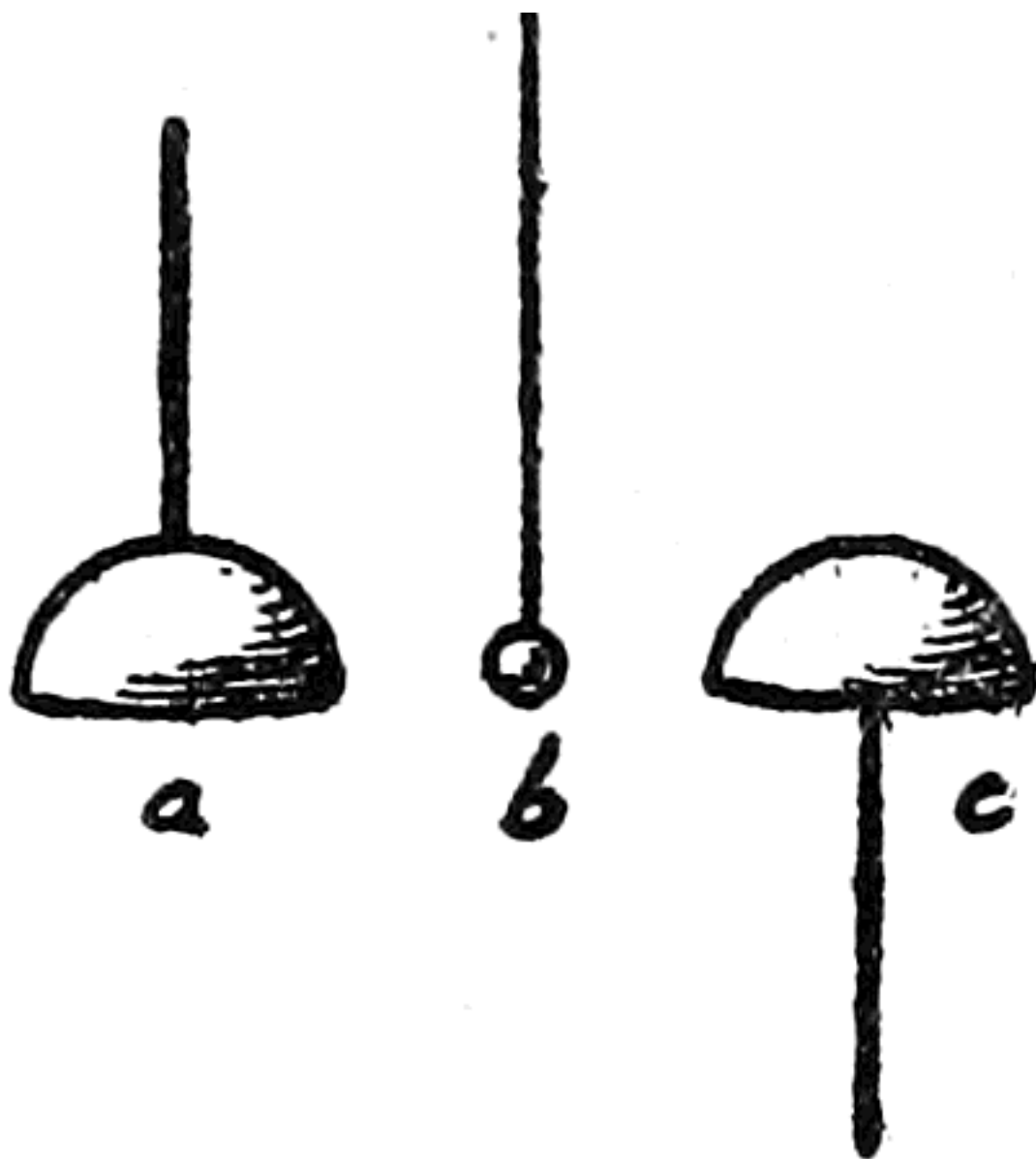


Рис. 10

Электрические колокольчики Гордона, 1745 г.

Книга Гордона была опубликована в Эрфурте в 1745 году, в то время как 1752 год - это тот год, когда Франклин применил перезвон к своей экспериментальной удочке, чтобы предупредить себя о приближении электрической бури, применение, которое было оригинальным и вполне соответствовало практическому складу ума, характерному для нашего подмастерья-печатника, философа и государственного деятеля. Несомненно, Франклин обладал всей изобретательностью и конструктивными способностями, необходимыми для создания такого прибора; но нет никаких доказательств того, что он действительно его изобрел. Хотя Франклин не утверждал, что куранты принадлежат ему, но и не отрицал этого, все его поклонники предпочли бы меньшую скрытность с его стороны, когда речь шла об открытиях и изобретениях современных работников в области электричества. Он достиг достаточного положения, чтобы позволять ему оценивающе и ободряюще смотреть на усилия других.

Гордон также изобрел игрушечный электродвигатель, вращение которого осуществлялось за счет реакции наэлектризованных частиц воздуха, вылетающих из ряда острых точек. Один из

таких двигателей состоял из звезды световых лучей, вырезанной из листа жести и вращавшейся в центре, причем концы лучей были слегка отогнуты в сторону и все в одном направлении. Когда звезда была наэлектризована, Гордон заметил, что для приведения ее в движение не требовалось посторонней помощи. Это был самозапускающийся электродвигатель. В темноте кончики светились, и при вращении они очерчивали светящийся круг, который "нельзя было ни погасить, ни уменьшить".

Читатель узнает в этом описании, взятом из книги Гордона *Versuch*, стр. 45, *электрический вихрь* лекционного стола; имя Гордона никогда не ассоциируется с ним, но имя Гамильтона ("муха" Гамильтона или "мельница" Гамильтона) иногда ассоциируется!

Этот неугомонный монах, по-видимому, был одним из первых электрошокеров, поскольку говорят, что многие невинные зяблики стали жертвами разрядов из его машины; и мы были бы склонны думать о нем как о волшебнике, узнав, что он вызывал духов с помощью наэлектризованной струи воды, к изумлению и мистификации зрителей.

Аббат Менон был добрее к пернатому племени, чем его брат в черном капюшоне из Эрфурта; он не подвергал их мощному разряду, а скорее мягкой электризации с целью определения того, какое физическое или физиологическое воздействие окажет вещество на организм животного. Аббат обнаружил, что кошки, голуби, воробьи и зяблики теряют вес, находясь наэлектризованными в течение пяти или шести часов подряд, из чего он сделал вывод, что электричество усиливает медленное, непрерывное потоотделение животных. Было обнаружено, что то же самое происходит и с самим человеческим телом. Читатель, вероятно, помнит, что Стивен Грей в 1730 году подвесил мальчика на шелковых шнурах с целью электрификации; аббат Нолле сделал то же самое, и, несомненно, его друг аббат Менон применил аналогичный способ изоляции для самодовольных испытуемых-электриков. Более простым способом воздействия было бы поставить ребенка на кусок смолы, изолирующие свойства которой были обнаружены Стивеном Греем.

Примерно в это же время, в 1746 году, на сцене появляется Франклин, и хотя он посвятил изучению электричества всего девять лет (1746-1755) своей жизни, он совершил открытия в этой увлекательной области человеческих знаний, которые передадут его имя через столетия.

Жизнь Франклина интересна и поучительна из-за трудностей, с которыми он встречался и которые преодолевал, из-за его силы воли, целеустремленности, философии, которой он следовал, его преданности науке и успеха, которого он достиг.

Моральный кодекс нашего философа включал в себя тринадцать добродетелей: воздержанность, молчание, порядок, решимость, бережливость, трудолюбие, искренность, справедливость, умеренность, чистоту, спокойствие, целомудрие и смирение. К каждой из этих добродетелей Франклин прилагал предписание, которое делает назидательным чтение даже в наши дни: *воздержанность*, ешьте не до уныния, не пейте до упаду; *молчание*, говорите только о том, что может принести пользу другим или вам самим, избегайте пустяковых разговоров; *порядок*, пусть все ваши вещи будут на своих местах, пусть каждой части вашего дела отведено свое время; *решимость*, решимость выполнять то, что вы должны, выполняйте непременно то, что вы решили; *бережливость*, не тратьте, но делайте добро другим или себе. , т.е. Ничего не тратить впустую; *трудолюбие*, не терять времени, всегда быть занятым чем-то полезным, воздерживаться от всех ненужных действий; *искренность*, не прибегать к вредному обману,

мыслить невинно и справедливо, и если вы говорите, говорите соответственно; *справедливость*, никому не причинять зла причинением вреда или упущением выгоды, которые являются вашим долгом; *умеренность*, избегать крайностей, не обижаться на обиды настолько, насколько, по вашему мнению, они заслуживают; *чистота*, не допускать нечистоплотности в теле, одежде или жилище; *спокойствие*, не нарушайтесь пустяками или случайностями, обычными или неизбежными; *целомудрие* (без замечаний); *смирение*, подражайте Иисусу.

Эта последняя добродетель, по-видимому, очень беспокоила Франклина; ибо он признает, что имел видимость смирения, и тут же добавляет, что на самом деле в человеческой груди нет страсти, которую так трудно подавить, как гордыню. Он достаточно проницателен, чтобы сказать, что "даже если бы я мог понять, что полностью преодолел это, я, вероятно, гордился бы своим смирением". Как и у многих других, добродетелью, доставлявшей ему больше всего хлопот, был *порядок*, и это никогда особенно не проявлялось за всю его долгую жизнь.

В своих стремлениях к высшей жизни он, по-видимому, был воодушевлен искренним духом аскета, который связывает себя стремлением к совершенству, изложенному в принципах и советах Евангелия. Не без удивления и, возможно, чувства самоосуждения мы читаем о средствах, которые он использовал для достижения высоких моральных стандартов. Считая само собой разумеющимся, что он по-настоящему разбирается в добре и зле, он не понимал, почему ему не следует всегда поступать в соответствии с велениями совести. Чтобы морально совершенствоваться и продвинуться в высшей жизни, он принял средство, которое должно было оказаться эффективным. Взяв первую из тринадцати основных добродетелей, он посвятил ее приобретению целую неделю, после чего взялся за вторую, затем за третью и так далее с остальными. Он думал, что, совершая ежедневные поступки добродетели, к концу недели это войдет у него в привычку. Когда последняя из тринадцати добродетелей получила свою долю внимания, он вернулся к первой в списке и снова прошел по кругу. Будучи человеком целеустремленным и упорствующим, он завершал круг избранных им добродетелей четыре раза в год; впоследствии он увеличил время индивидуальной практики так, что курс занял целый год; а позже он посвятил несколько лет завершению своего списка.

В качестве подспорья в этой работе по самосовершенствованию Франклин ежедневно проверял себя, записывая свои неудачи в маленькую книжечку, которая для этой цели была разлинована, причем на каждый день отводилась колонка и по строчке для каждой из тринадцати добродетелей. Он наивно рассказывает нам о результате этого ежедневного самоанализа в следующих словах: "Я удивлен, обнаружив, что во мне гораздо больше недостатков, чем я себе представлял; но я испытал удовлетворение, увидев, что они уменьшаются".

Вечернее испытание совести всегда завершалось следующей молитвой, написанной самим Франклином: "О могущественная Благость! щедрый Отец! милосердный Наставник! увеличь во мне ту мудрость, которая раскрывает мои истинные интересы. Укрепи мою решимость выполнять то, что диктует эта мудрость. Прими мои добрые услуги другим Твоим детям как единственную в моей власти награду за Твои постоянные милости ко мне".

Будучи обширным читателем, Франклин нашел в стихотворениях Томсона несколько строк, которые очень понравились ему красотой выраженного чувства. Он называл их "маленькой молитвой", которую время от времени повторял:

"Отец света и жизни, Ты, Господь Всевышний,
О, научи меня тому, что хорошо; научи меня Сам.
Спаси меня от безумия, тщеславия и порока;
От всякого низменного стремления; и наполни мою душу
знанием, осознанным покоем и чистой добродетелью;
Священным, существенным, никогда не иссякающим блаженством!"

Это была достойная похвалы попытка освободиться от рабства страсти и подняться на высокий уровень совершенства, требуемый Учителем, когда Он сказал "Следуй за Мной". Несомненно, с течением времени он, как и многие до и после, должен был чувствовать, что дух желает, но плоть слаба.

В своей автобиографии Франклин объясняет свой успех в бизнесе не только своим самообладанием, единообразием поведения, философским безразличием к пренебрежению или обиде, но и своей привычкой к бережливости, которая отчасти стала результатом его раннего обучения. "Мои первоначальные привычки к бережливости сохраняются, - говорит он, - и мой отец часто повторял Соломонову пословицу: "Видишь ли ты человека, прилежного в своем деле? он предстанет перед королями: "С тех пор я рассматривал трудолюбие как средство получения богатства и отличия, что воодушевляло меня, хотя "я не думал, что когда-нибудь в буквальном смысле *предстану перед королями*, что, однако, с тех пор и произошло". Наш престарелый философ продолжает рассказывать нам о своей удаче с некоторой долей простительного тщеславия, которому, кстати, он никогда не был чужд, несмотря на свою философию, приобретенную добродетель и уравновешенный характер. Ссылаясь на королей земли, он сообщает нам, что "*встал до пяти и даже имел честь сесть с одним из них за стол*".

Важным событием в жизни Франклина стало основание им первой публичной библиотеки в стране в 1732 году. Хотя ему было всего двадцать шесть лет, он, кажется, был так же хорошо осведомлен, как и любой из современных филантропов-миллионеров, о том добре, которое можно принести простым людям, снабдив их подходящими материалами для чтения. Он с нетерпением наблюдал за ходом своего эксперимента и был доволен успехом, который увенчал его. Он отмечает, что такие библиотеки "как правило, улучшают разговорную речь американцев и делают простых торговцев и фермеров такими же умными (хорошо информированными?), как большинство джентльменов из других стран".

Питер Коллинсон, член Лондонского королевского общества, имевший дело с некоторыми филадельфийскими купцами, проявил активный интерес к библиотеке. Это он сделал, отправив несколько книг и бумаг, относящихся к электричеству, вместе с "электрической трубкой" с инструкциями по ее использованию.

Эти литературные и научные материалы, время от времени присылаемые из Лондона, вызвали большой интерес у членов Библиотечной компании, и в первую очередь у самого Франклина. Он кое-что слышал о новом порядке явлений, который как раз в то время привлек внимание европейских физиков. Летом 1746 года, находясь с визитом в Бостоне, на своей родине, он присутствовал на лекции по электричеству некоего доктора Спенса, шотландца, который стремился проиллюстрировать свойства наэлектризованных тел такими экспериментами, которые можно было провести со стеклянными трубками и подходящими каучуками, рудиментарным аппаратом, доступным в то время. Франклин был впечатлен тем, что он увидел и

услышал, хотя и позволил себе небольшую деструктивную критику, когда сказал, что эксперименты были "проведены несовершенно", потому что лектор был "не очень опытен". Когда Франклин писал эти слова, он на собственном неоднократном и болезненном опыте знал, как трудно добиться удовлетворительных результатов от трения стеклянных трубок или вращения стеклянных шариков из-за вызывающего притяжения влаги, которое простое необработанное стекло имеет к влаге. Зная это, он мог бы быть менее суров в своих высказываниях по отношению к своему другу, электрику-страннику.

Очевидно, однако, что эксперименты, свидетелем которых он был, удивили и порадовали его, поскольку, вскоре после этого получив несколько электрических ламп вместе с инструкциями от своего лондонского друга Питера Коллинсона, он без промедления приступил к работе на себя. Мы вполне можем сказать о нем, что то, что умела делать его правая рука, он делал спокойно, но изо всех сил. Не прошло и двенадцати месяцев, как он написал: "Я никогда не был занят каким-либо исследованием, которое так полностью поглощало бы мое внимание и время, как это в последнее время; из-за того, что я проводил эксперименты, когда я мог быть один, и повторял их своим друзьям и знакомым, которые из-за новизны предмета постоянно приходили толпами, чтобы посмотреть на них, у меня было мало свободного времени для чего-либо еще". (1747.)

Здесь мы видим спокойный, настойчивый характер философа в сочетании с приветливостью и коммуникабельностью джентльмена.

Возможно, чтобы подбодрить других, а также из чувства личного облегчения, Франклин приказал выдуть в местной стекольной мастерской несколько длинных трубок большого диаметра, которые он раздал своим друзьям, чтобы они тоже могли заняться исследовательской работой. Таким образом, растирание и растирания энергичного рода стали настоящим занятием в кругу Франклина. Киннерсли, чье имя до сих пор упоминается в работах по статическому электричеству в связи с изобретенным им электрическим "термометром", был среди тех ревностных работников, которые неохотно признавали превосходную проницательность Франклина, всестороннее понимание деталей и удивительное проникновение в механизм новых явлений. Если мы скажем, что Франклин не был гением, то это только для того, чтобы добавить, что даже в тех ранних исследованиях электротехники он демонстрировал необычайную безграничную способность переносить боль, которая, как говорят, связана с этим блестящим даром. Он проверял все свои результаты с большой тщательностью и различными способами, прежде чем принять какой-либо из них в качестве окончательного; и считал свои объяснения их предварительными, будучи всегда готовым изменить их или вообще отказаться от них, если будет показано, что они вступают в противоречие с простой работой природы.

Еще в 1733 году утонченный и тактичный Дюфэ во Франции путем многочисленных экспериментов с деревом, камнями, книгами, апельсинами и металлами показал, что все твердые тела подвержены электрификации. Это был заметный шаг вперед, который опроверг классификацию тел Гилбертом на электрические и неэлектрические. Французский физик вскоре сделал из своих наблюдений вывод, что электризация, вызываемая трением, бывает двух видов, к которым он применил термины "стекловидная" и "смолистая", первая возникает, когда стекло натирают шелком, а вторая - когда янтарь или обычный сургуч натирают фланелью. Он также заметил, что шелковые нити отталкиваются друг от друга, когда к ним прикасаются либо возбужденным стеклом, либо сургучом; но что они притягиваются друг к другу, когда к

одной прикасаются стеклом, а к другой - сургучом. Из этих наблюдений он вывел законы электростатики, согласно которым одинаково наэлектризованные тела притягиваются, в то время как неодинаково наэлектризованные тела отталкиваются друг от друга.

Закон расстояния был открыт позже Кулоном, который в 1785 году показал, что закон отталкивания, а также притяжения между двумя наэлектризованными частицами изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. В 1750 году закон обратного квадрата для магнитов был сформулирован Джоном Мичеллом, который выразил его, сказав, что "притяжение и отталкивание уменьшаются по мере увеличения квадрата расстояния от соответствующих полюсов". Мичелл был четвертым рэнглером своего года (1748-9), членом Королевского колледжа в Кембридже и изобретателем *торсионных весов*, которые, однако, он не успел использовать, но которые в руках Кавендиша дали важные результаты о средней плотности земли. Вероятно, Кулон заново изобрел "весы" и применил практический лабораторный инструмент, которым он их изготовил, к изучению количественных законов электричества и магнетизма.

Наблюдать и соотносить явления - особая работа физика; размышлять о первопричинах - привилегия философа. Дюфэ был и тем, и другим. Теория, которую он предложил, была простой, даже если не соответствовала природе. На тот момент это была хорошая рабочая гипотеза.

Согласно этой теории, существуют две различные, независимые электрические жидкости, взаимно притягивающие, но самоотталкивающиеся. С помощью этого постулата Дюфэ смог предложить правдоподобное объяснение очень многих явлений, которые ставили в тупик электриков того времени.

Франклин, однако, придерживался другой точки зрения; отвергая двойственную природу электричества, он выдвинул свою теорию одной жидкости, которая была признана в равной степени способной объяснить электрические явления. Считалось, что тело с избытком жидкости заряжено *положительно*, в то время как тело с дефицитом - что оно заряжено *отрицательно*. Знак "плюс" использовался в одном случае, а знак "минус" - в другом; и точно так же, как две алгебраические величины одинаковой величины, но противоположного знака, при сложении дают ноль, так и проводник, к которому подводилось бы равное количество положительного и отрицательного электричества, находился бы в нейтральном состоянии. Франклинская теория приветствовалась в Англии, Германии и Италии, но во Франции она встретила противодействие со стороны блестящего аббата Нолле и последователей Дюфэ.

Каждая из конкурирующих теорий дает ментальную концепцию действующих сил, а также последовательное объяснение возникающих в результате явлений. Их простота и, в то же время, полнота объяснения, которую они обеспечивают, будут занимать им место в наших учебниках еще много лет.

Предпринимаются попытки применить *электронную* теорию к различным явлениям электростатики, поскольку электрон является мельчайшей электрической частицей, которая может иметь отдельное, индивидуальное существование. Он во много раз меньше атома водорода, самого маленького из химических атомов, и обладает всеми свойствами отрицательного электричества. При потере одного или нескольких электронов тело становится положительно наэлектризованным, тогда как при приобретении одного или нескольких электронов оно становится отрицательно наэлектризованным. Электрон в состоянии покоя

порождает явления электростатики; в движении он порождает электрические токи, электромагнетизм и электрическое излучение.

Мы не знаем, что побудило Франклина назвать положительной электризацию стекла при натирании шелком, а отрицательной - электризацию сургуча при натирании фланелью. Если он имел в виду, что положительное является более важным из двух, он допустил ошибку, поскольку можно привести множество причин, чтобы показать преобладающее влияние отрицательного электричества; но сейчас слишком поздно менять терминологию.

Если бы нас попросили указать на различия между физическими эффектами положительной и отрицательной электризации, мы бы сослались на положительную щетку, которая тоньше и гораздо более развита, чем отрицательная; на машину Уимшерста с положительными щетками с одной стороны и отрицательными "шариками" с другой; на положительный заряд, приобретаемый чистой пластинкой цинка при воздействии ультрафиолетового света; на обычную вакуумную трубку, в которой наблюдается фиолетовое свечение на конце катода или отрицательном выводе; на трубки Крукса, рентгеновские трубки и другие высоковакуумные трубки, в которых наэлектризованные частицы, "шарики" Кельвина *молекулярный поток* вылетает из отрицательного электрода с огромной скоростью; и для дуговых ламп, использующих постоянный ток, в которых положительный углерод имеет форму выдолбленных кратеров, имеет более высокую температуру и разлагается в два раза быстрее, чем отрицательный.

1746 год является *годом мира* в истории электричества, поскольку именно в январе того года попытка Мушенбрука из Лейдена электрифицировать воду привела к открытию принципа работы электростатического конденсатора. Что бы ни думали о притязаниях на приоритет, выдвинутых в пользу декана фон Клейста из Каммина в Померании или Куня из Лейдена, несомненно, что об открытии стало известно по всей Европе благодаря поразительному сообщению и сенсационному описанию, данному им Мусшенбруком, известным профессором известного университета. Он был не только удивлен, но и повергнут в ужас действием электрической энергии, которую он бессознательно накопил в своем маленьком флаконе; сказав своему французскому другу Реомюру, физику, что чувствует дрожь в руках, плечах и груди, он добавил, что не перенесет еще одного потрясения ни за что на свете во всем королевстве Франции! Решению, которому суждено быть нарушенным, как и многим другим до и после.

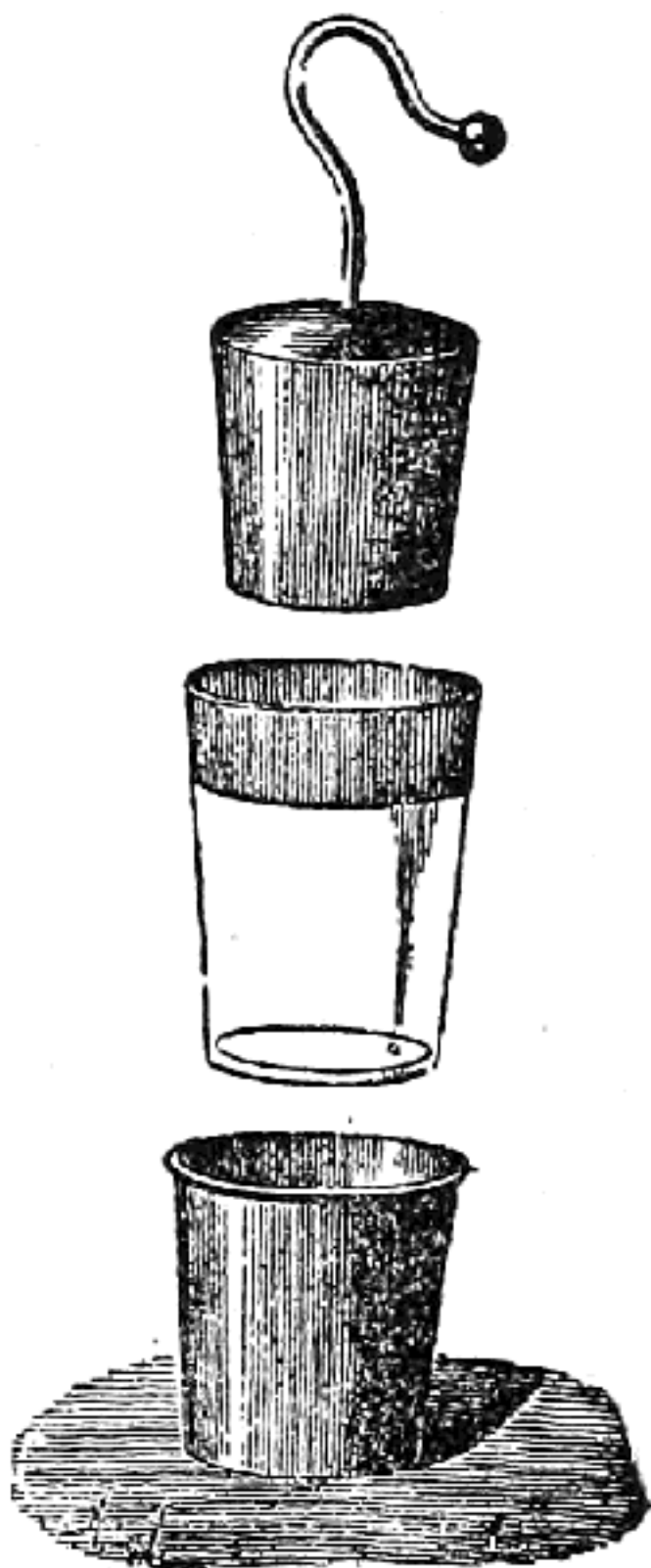


Рис. 11

Современная форма Лейденской банки с подвижными покрытиями

Совсем иного мнения придерживался Бозе, профессор физики Виттенбергского университета, которому приписывают слова о том, что он хотел бы умереть от удара электрическим током, чтобы жить в мемуарах Французской академии наук.

Лейденская банка сразу же стала научным курьезом и всеобщей темой обсуждения того времени; и не только курьезом, но и *сутью* того времени, озадачивающей исследователей, ставящей в тупик философов и порождающей оживленные споры. Однако тайна вскоре развеялась, когда Франклин в 1747 году начал свое тщательное исследование электрического состояния каждого элемента банки. Ничто не ускользало от его тонкого ума, и ничто не оставалось недоделанным его ловкой рукой. Доказательства эксперимента и логика фактов убедили в конце концов даже лондонцев и парижан, которые привыкли смотреть на американцев как на простых колонистов, у которых не было ни времени, ни возможностей для научных занятий, поскольку они были вынуждены прорубать себе путь через девственные леса или отгонять кочующих индейцев от своих границ в дебри Запада. Теория лейденской банки, выдвинутая Франклином 160 лет назад, выдержала испытание временем. Она получила всеобщее признание; и, несмотря на наши многочисленные достижения, к ней было добавлено лишь немного из того, что имело постоянную ценность.

Очень интересно проследить за основными направлениями этого великолепного исследования. Франклин обычным способом электризует воду, содержащуюся в маленькой колбе, покладисто принимая удар при замыкании цепи. Чтобы определить, где находится заряд, будь то в руке оператора, как говорили некоторые, или в воде, как утверждали другие, он снова электризует воду и наливает ее в другую колбу, которая, однако, не производит удара, показывая таким образом, что заряд не был перенесен с водой. Убедившись, что заряд все еще находится где-то в первом флаконе, он снова осторожно налил в него воды и обнаружил, к своему глубокому удовлетворению, что она способна вызвать превосходный шок. Теперь ему было ясно, что энергия заряда находилась либо в руке экспериментатора, либо в самом стакане, либо в обоих сразу. Чтобы определить этот приятный момент, он приступает к конструированию "банки", которую можно было бы легко разобрать на части. Для этой цели он выбрал оконное стекло и, положив его на вытянутую руку, положил на его верхнюю поверхность лист свинца. Затем свинцовая пластина была наэлектризована, и при прикосновении к ней пальцем была видна искра и ощущался удар. За счет добавления еще одной пластины к нижней поверхности ударная мощность этого простого конденсатора была увеличена. В этой эффективной форме у него был легко разбираемый конденсатор, который позволял ему по желанию снимать и заменять покрытия и тем самым без всяких придилок доказывать, что источник накопленной электрической энергии находится не в проводниках, а в самом стекле. Это было открытие первой величины, которому суждено было связать имя Франклина с именами самых выдающихся электриков на протяжении веков. На рис. 11 показана современная форма банки с подвижными покрытиями.

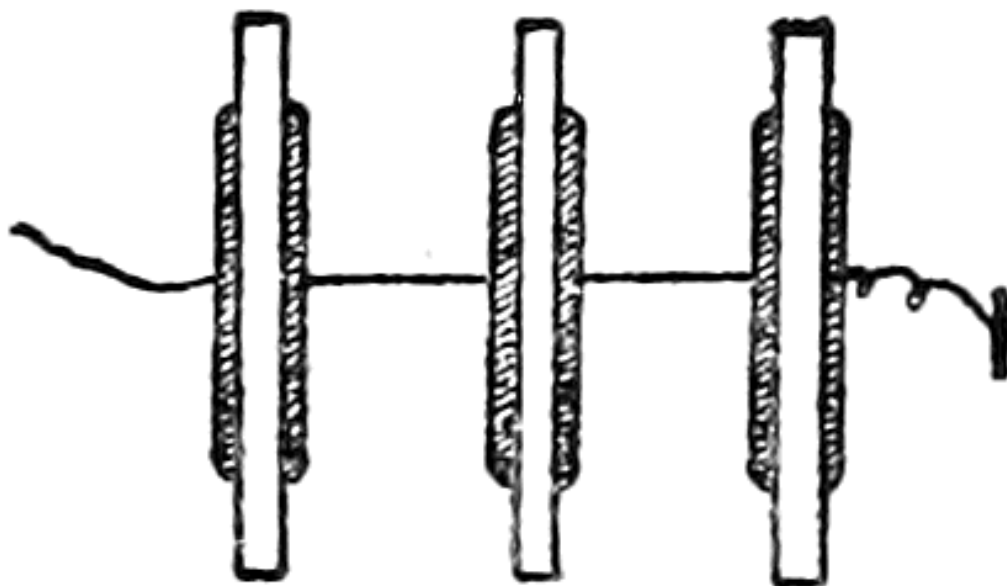


Рис. 12

Три панели с покрытием в *серии*

На "молниеносной" панели, как ее стали называть, мы видим один из одиннадцати элементов исторической батареи Франклина 1748 года. Интересно отметить, что он привык соединять свои "панели" последовательно во время зарядки (рис. 12), но он предпочитал соединять подобные покрытия вместе, то есть соединять их "параллельно" (рис. 13), для мощных разрядов. На рис. 14 показаны три банки, расположенные "параллельно".

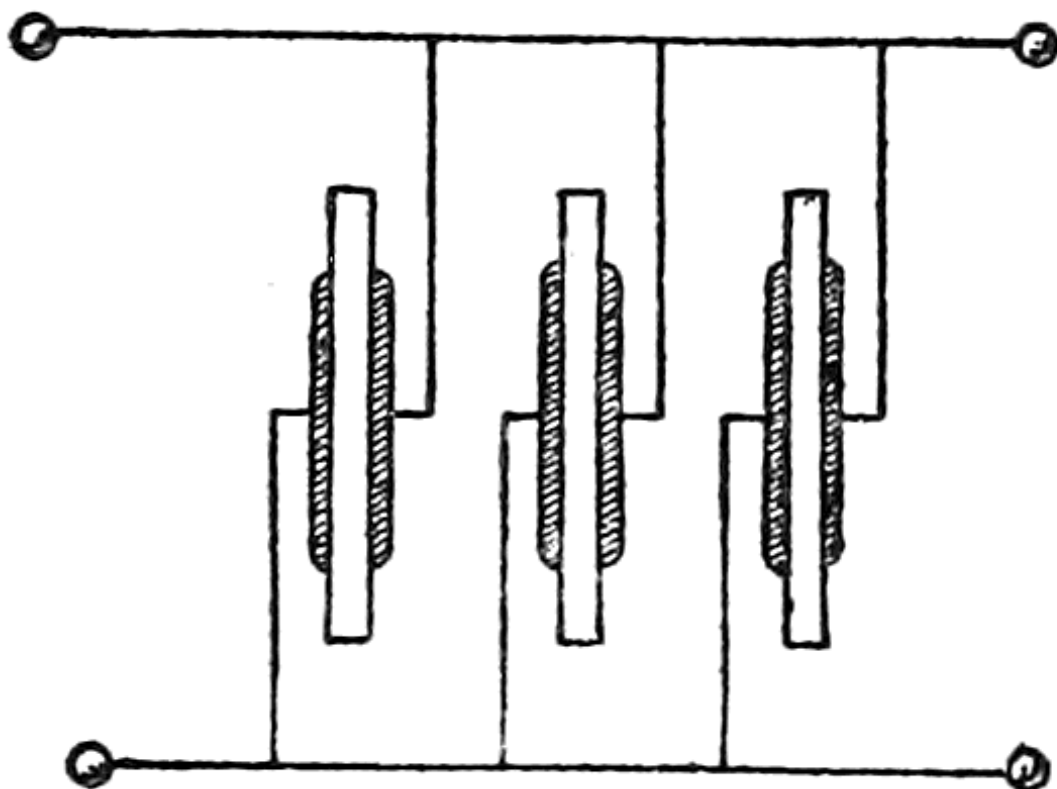


Рис. 13

Три панели, *параллельные*

Позже он расположил лейденские банки так, чтобы внутреннее покрытие одной можно было прикрепить к внешнему покрытию другой, причем первая из серии свисала с основного провода машины, в то время как последняя была заземлена. "То, что выбивается из хвоста первого, - забавно говорит он, - служит для атаки второго; то, что выбрасывается из второго, служит для атаки третьего и так далее". Этот метод стал известен как "каскадный" метод зарядки аккумулятора благодаря перетеканию электричества из одной банки в другую (рис. 15). Электрики, однако, отказались от живописного "каскада" в пользу прозаического термина "последовательная" или "тандемная" компоновка.

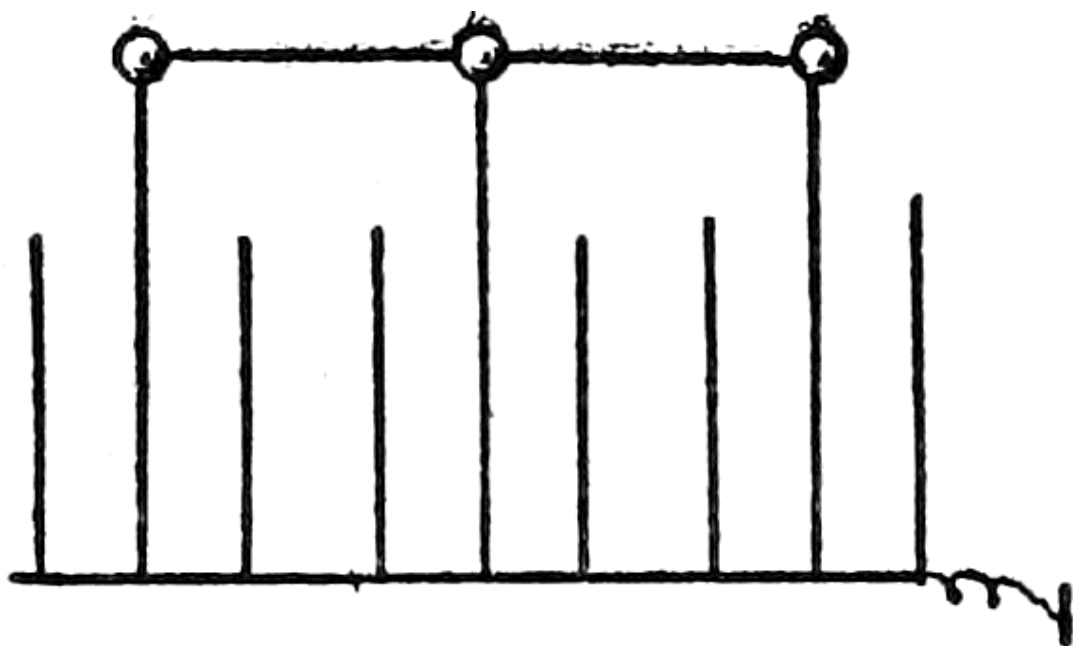


Рис. 14

Три банки, расположенные параллельно

Франклин также заметил, что флакон нельзя зарядить, стоя на воске или стекле, или даже подвешивая к первичному проводнику, если не образовано сообщение между его внешним покрытием и полом, по той причине, что "сосуд не подвергнется зарядке, если из него не выйдет столько огня, сколько попадет в него другим путем". (1748.)

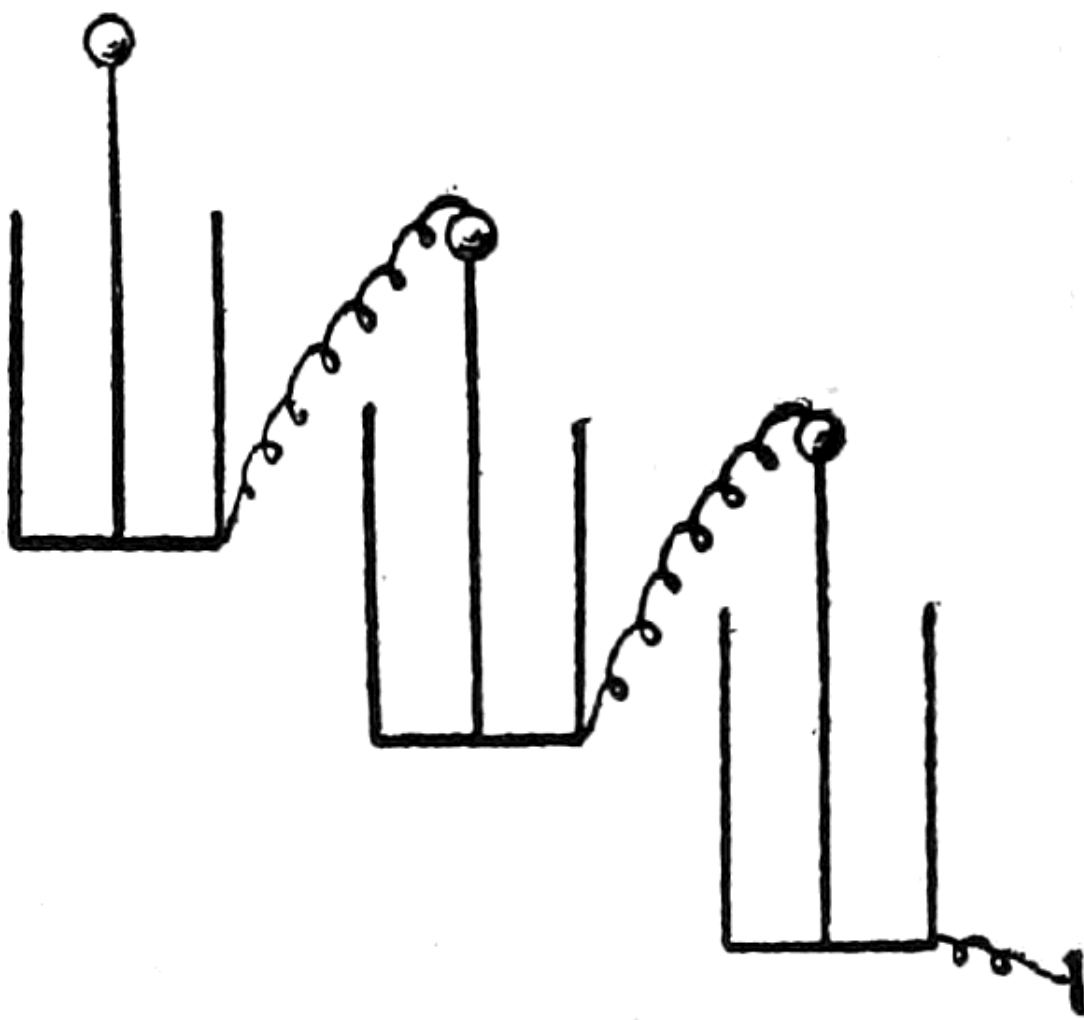


Рис. 15

Три банки в каскаде

Следуя своему очень изобретательному другу и коллеге из Филадельфии Киннерсли, он меняет способ зарядки, наэлектризовывая внешнюю поверхность банки и заземляя внутреннее покрытие; ибо "флакон будет наэлектризован так же сильно, если его держать за крючок и покрытие, нанесенное на глобус, как и когда его держат за покрытие и крючок, нанесенный на глобус". (1748.)

Глобус, о котором здесь идет речь, представляет собой стеклянный шар фрикционной машины Франклина американского производства, который при вращении положительно наэлектризовывался при соприкосновении с рукой или кожаной резинкой. Франклин также использовал серный шар или "сернистый" глобус и заметил, что электрификация, производимая на нем, отличалась по своему характеру от той, что вырабатывается на стеклянном глобусе. (1752.)

Здесь можно отметить, что первым, кто использовал *кожаную подушку* в качестве замены руки в фрикционной машине, был Винклер из Лейпцига (1745); эффективность резины была повышена Кантоном из Лондона, который покрыл ее *амальгамой* из олова и ртути (1762). Компания Vose из Виттенберга ранее добавила *первичный проводник*, что значительно увеличило электрическую мощность машины.

В 1750 году Франклин имитировал воздействие молнии на компасы корабля, воздействуя разрядом на немагнитную стальную иглу. "С помощью электричества, - говорит он, - мы часто придавали иглам полярность и меняли ее по своему усмотрению".

Подобные эксперименты проводятся сегодня в каждом лекционном курсе по статическому электричеству; но экспериментатор, когда поступает мудро, не объявляет заранее, какой конец иглы будет направлен на север, а какой на юг, поскольку он с такой же вероятностью ошибется, как и прав, неопределенность обусловлена тем фактом, что разряд лейденской банки - это не электрический ток в одном направлении, а скорее несколько внезапных порывов или быстрых скачков напряжения взад и вперед; другими словами, он носит колебательный характер, а не непрерывный в одном направлении.

Франклин этого не знал, хотя в 1749 году он сделал очень уместное замечание, сравнив механическое состояние стекла заряженной банки с состоянием согнутого стержня или растянутой пружины. "Итак, прямая пружина, - говорит он, - при сильном сгибании должна, чтобы восстановиться, сжать ту сторону, которая при сгибании была растянута, и вытянуть ту сторону, которая была сжата". Франклин, конечно, знал, что изогнутый стержень, когда его отпускают, несколько раз покачается взад-вперед, прежде чем успокоится; но он не увидел аналогии между ним и процеженным стеклом заряженной лейденской банки.

Именно Джозефу Генри (1799-1878), американскому Фарадею, мы обязаны признанием и утверждением колебательного характера разряда в лейденских банках и конденсаторах в целом. Он обнаружил и опубликовал этот кардинальный факт в 1842 году. Его слова заслуживают упоминания. "Разряд, какой бы ни была его природа, неверно описывается (используя для простоты теорию Франклина) однократным перемещением невесомой жидкости с одной стороны банки на другую; это явление требует от нас признать *существование основного разряда в одном направлении, а затем нескольких рефлекторных действий взад и вперед, каждое более слабое, чем предыдущее, пока не будет достигнуто равновесие.*"^[8] Курсивом выделены проф. Генри.

Именно этот колебательный характер искрового разряда позволяет нам посылать цепочки электрических волн во всепроникающий эфир и, таким образом, осуществлять "беспроводную" связь с удаленными станциями.

Убедительно доказав, что энергия заряженного конденсатора находится в диэлектрике, Франклин затем пытается выяснить, ограничено ли "электрическое вещество" в случае проводников поверхностью или оно проникает на заметную глубину. Чтобы убедиться в этом, он изолирует серебряную банку из-под фруктов и подносит заряженный шарик, удерживаемый шелковой нитью, к внешней поверхности. При тестировании после извлечения он обнаружил, что шар сохранил часть своего заряда, в то время как полностью потерял, если ему позволили коснуться дна сосуда. Удивленный этим неожиданным различием, он повторял эксперимент снова и снова, только для того, чтобы каждый раз обнаруживать шар без следа заряда после контакта с внутренней частью сосуда. Это озадачило его. "Факт исключительный, - говорит он, - и вам нужна причина? Я ее не знаю. Я считаю, что откровенное признание своего невежества - это не только самый простой способ избавиться от трудности, но и наиболее вероятный способ получения информации, и поэтому я применяю его. Я считаю, что это честная политика. Те, кто делает вид, что знает все, часто надолго остаются в неведении о многих вещах, которым другие могли бы и научили бы их, если бы они казались менее тщеславными".

Это было в 1755 году. Кавендиш в 1773 году и Кулон в 1788 году независимо взялись за ту же проблему; и, доказав своими классическими экспериментами, что статический заряд ограничен поверхностью проводников, было всего лишь шагом к выводу, что такое распределение электричества подразумевает, что закон взаимодействия между двумя элементами заряда или между двумя точечными зарядами является законом, обратным квадрату расстояния.

Следует также помнить, что Фарадей, не зная о том, что было достигнуто восемьдесятю годами ранее в Филадельфии, использовал для одного из своих самых известных экспериментов ведро со льдом, в которое он опустил наэлектризованный шар с целью показать точное равенство индуцируемого и индуцирующую силу заряда. Сходство аппарата и способа проведения процедуры поразительно.

Продолжая свою работу, Франклин поместил заряженный сосуд на кусок воска и других изоляционных материалов и извлек из него искры, последовательно прикасаясь к ручке и внешнему покрытию, повторяя процесс множество раз к своему бесконечному удовольствию. Затем он прикрепил латунный стержень снаружи, согнув его и поднеся другой конец вплотную к ручке (рис. 16), соединенной с внутренним покрытием. Между этими двумя он подвесил свинцовый шарик на шелковой нитке и обнаружил, как и ожидал, что он довольно долго мотался взад-вперед между клеммами. Заметьте, что здесь мы имеем определенную массу, поддерживаемую в состоянии возвратно-поступательного движения серией электрических притяжений и отталкиваний. На самом деле у нас есть электромотор, очень похожий на звезду и куранты Гордона, бенедиктинца, 1745 года; простая игрушка, если хотите, но все же замечательное изобретение. Сегодня мы повторим тот же эксперимент, только с чуть большей гармонией, заменив ручки двумя маленькими колокольчиками, которые издадут мягкую музыкальную ноту при ударе по перекрещивающимся колотушкам.



Рис. 16

Разряд при чередовании контактов

Этот эксперимент имеет дополнительное значение, поскольку, как и "Колокола Гордона", это пример передачи электричества из одной точки пространства в другую с помощью материального носителя, способ передачи, который с тех пор получил название "электрическая конвекция", полное значение которого не было раскрыто до тех пор, пока Роулэнд (1848-1901) не провел свой знаменитый эксперимент в 1876 году в лаборатории Берлинского университета с высоко заряженным, быстро вращающимся эбонитовым диском. По поводу этого эксперимента знаменитый клерк Максвелл из Кембриджского университета написал своему другу, профессору Тейту из Эдинбурга, что:

"Установленный диск из эбонита
вращался и раньше, но вращался напрасно;
Роулэнд Троянский, этот доблестный рыцарь,
В таком диске получил силу притягивать конвекционные потоки
К своему любимому северу, игле".
".

Здесь мы можем сказать, что Франклину была не чужда работа, проделанная пионерами электротехники Старого Света, его прилежным лондонским другом Питером Коллинсоном,

который давал ему советы посредством писем, книг и брошюр, в которых, должно быть, черпал вдохновение и практические подсказки. Он, безусловно, был хорошо знаком с достижениями доктора Ватсона и доктора Бевиса из Лондона, а также с теориями и экспериментами Дюфе и аббата Нолле в Париже. Уместно сказать, что доктор Бевис использовал ртуть и железные опилки для внутреннего покрытия своих банок, а также листовой свинец для того и другого. Он также экспериментировал со стеклянными панелями с покрытием вместо банок. По этому поводу Франклин писал Коллинсону: "Из последней книги гениального мистера Уотсона, недавно полученной, я понял, что доктор Бевис до нас использовал стеклянные панели для создания шока; хотя, пока эта книга не попала в руки, я думал сообщить вам о ней как о новинке". (1748.)

Франклин позволил себе немного приятного юмора, когда в 1748 году предложил завершить "электрический сезон" банкетом в стиле Лукулла для нескольких своих друзей и коллег по работе, но не в роскошно украшенном зале, *ана свежем воздухе*, на берегу Шайлкилла. "Индейка будет убита для нашего ужина электрическим током, - писал он, - и зажарена на электрической розетке перед огнем, разжигаемым электрической бутылкой, в то время как здоровье всех знаменитых электриков Англии, Голландии, Франции и Германии будет выпито в наэлектризованных бокалах под выстрелами из электрических батарей".

Вряд ли следует предполагать, что была осуществлена такая тщательно продуманная программа. Действительно, сложность подготовки аппарата и приведения его в боевую готовность на берегах реки были, мягко говоря, достаточно велики. Однако у Франклина была лейденская батарея, способная вызвать значительное поражение электрическим током, поскольку двумя банками по шесть галлонов каждая он сбил с ног шестерых человек; тех же двух банок хватило, чтобы убить курицу наповал, тогда как, по его словам, потребовалось пять, чтобы убить индейку весом в десять фунтов.

"Электрический бампер" представлял собой бокал для вина, содержащий, скажем, порцию какой-нибудь любимой марки и заряженный обычным способом. При приближении к губам оба покрытия оказывались на расстоянии удара, и возникала искра, если не к удовольствию исполнителя, то, по крайней мере, к развлечению зрителей. Впоследствии было замечено, что гости, верхняя губа которых была украшена усами, могли безнаказанно пить нектар, поскольку каждая щетинка играла роль нитевидного громоотвода и предотвращала предполагаемый разрушительный разряд!

Не столь уж юмористичным было его предложение об использовании гамака робкими людьми во время грозы: "Гамак или кровать-качели, подвешенные на шелковых шнурах на одинаковом расстоянии от стен со всех сторон, а также от потолка и пола сверху и снизу, обеспечивают человеку самое безопасное положение, какое только может быть в любой комнате; и которое, действительно, можно считать совершенно свободным от опасности любого удара молнии". (1767.)

В своих экспериментах по прокалыванию тел искровым разрядом Франклин не упускает из виду двойной заусенец, образующийся при использовании бумаги.^[9] Вот его слова:

"Когда электрически заряженный кувшин пробивает отверстие в картоне, если поверхности картона не ограничены и не сжаты, вокруг отверстия с обеих сторон картона образуется заусенец, поскольку заусенец вокруг отверстия снаружи является результатом взрыва во всех

направлениях от центра потока, а не эффектом направления". (1753.) Написание - *Нереформированное*.

Одно время считалось, что скачкообразный характер разряда удовлетворительно объясняет заусенцы, выступающие с каждой стороны картона; но Тробриндж из Гарварда показал, что даже однонаправленный разряд, который можно получить, вставив мокрую нитку или любое другое высокое сопротивление в цепь, приведет к образованию двойного заусенца, из чего мы делаем вывод, подтверждая Франклина, что этот эффект разряда вызван внезапным расширением воздуха внутри самой бумаги.

К 1749 году Франклин пришел к выводу, что небесная молния идентична молнии в наших лабораториях, основываясь на следующих аналогиях, которые он перечисляет в записях или "протоколах" своих экспериментов, которые он вел: "Электрический флюид согласуется с молнией в следующих деталях: (1) излучение света; (2) цвет света; (3) кривое направление; (4) быстрое движение; (5) проводимое металлами; (6) треск или шум при взрыве; (7) разрыв тел, через которые он проходит; (8) уничтожение животных; (9) быстрое движение". (9) плавление металлов; (10) воспламенение легковоспламеняющихся веществ; и (11) сернистый запах".

Но хотя Франклин чувствовал всю силу аналогичного аргумента, он знал, что вопрос не может быть окончательно решен без обращения к эксперименту; и соответственно он добавляет: "Электрический флюид притягивается точками; мы не знаем, есть ли это свойство у молнии. Но поскольку они совпадают во всех деталях, в которых мы уже можем их сравнить, разве не вероятно, что они совпадают и в этом? Давайте проведем эксперимент". (1749.)

В письме Коллинсону в июле 1750 года он рассказывает своему лондонскому другу, как можно провести эксперимент: "На вершине какой-нибудь высокой башни или шпиля разместите что-то вроде будки часового - достаточно большой, чтобы вместить человека, — и электрическую подставку. Из середины подставки поднимите и пропустите железный прут, изгибающийся из двери, а затем вертикально на 20 или 30 футов, с очень острым концом. Если электрическую подставку содержать в чистоте и сухости, человек, стоящий на ней, когда такие облака проходят низко, может быть наэлектризован и испускать искры, поскольку стержень притягивает к нему огонь из облака".

Коллинсон довел некоторые письма Франклина до сведения коллег-членов Королевского общества с целью их включения в *Философские труды* этого ученого органа; но даже его эпохальное письмо доктору Митчеллу из Лондона о тождестве молнии и электричества было отвергнуто с презрительным смехом. Королевское общество в свое время загладило вину за свое презрительное отношение к американскому философу, избрав его членом Общества и наградив медалью Копли в 1753 году.

Несмотря на свое разочарование, Коллинсон собрал письма Франклина и опубликовал их под названием "*Новые эксперименты и наблюдения за электричеством, проведенные в Филадельфии в Америке*". Брошюра появилась в 1751 году и была немедленно переведена на французский м. д'Алибаром по просьбе великого натуралиста графа де Бюффона.

Эксперименты, описанные в брошюре, и особенно эксперименты остроконечного проводника, были с большим энтузиазмом проведены в Париже самим де Бюффоном, выдающимся ботаником д'Алибаром и профессором физики де Лором. Следуя инструкциям, данным

Франклином, все они смогли сообщить об успехе: д'Алибар 10 мая, де Лор 18 мая и де Бюффон 19 мая 1752 года.

Де Бюффон установил свой жезл на башне своего замка в Монбаре; де Лор - над своим домом в Париже, а д'Алибар - в своем загородном поместье в Марли, маленьком городке в восемнадцати милях от Парижа. Д'Алибара не было дома в тот насыщенный событиями день 10 мая; но перед отъездом из Марли он объяснил некоему Парикмахеру, что ему следует делать на случай, если во время его отсутствия разразится гроза. Несмотря на то, что Коффье был выносливым и решительным старым солдатом и гордился оказанным ему доверием, его встревожили длинные и шумные разряды, которые он извлек из *изолированного* стержня днем 10 мая. Пока буря была в самом разгаре, он послал за настоятелем этого места по имени Раулет, который поспешил на место в сопровождении многих своих прихожан. Став свидетелем ряда блестящих и ошеломляющих разрядов, священник составил отчет об инциденте и немедленно отправил его через самого Куффье д'Алибару, который в то время находился в Париже. Без промедления д'Алибар подготовил мемуары на эту тему, которые он направил в Академию наук три дня спустя, а именно: 13 мая. В заключительном абзаце лощеный академик отдает изящную дань уважения философу Западного мира:

"Из всех экспериментов и наблюдений, содержащихся в настоящей статье, и особенно из недавнего эксперимента в Марли-ла-Вилль, следует, что материя молнии, вне всякого сомнения, такая же, как материя электричества; это стало реальностью, и я верю, что чем больше мы осознаем то, что он (Франклин) опубликовал об электричестве, тем больше мы признаем огромный долг, которым физическая наука обязана ему".

Мы можем, попутно, исправить ошибку тех, кто приписывает французским физикам идею заостренного проводника. Таким писателям следует прочитать слова д'Алибара в начале его мемуаров, где он говорит: "Следуя по пути, проложенному Франклином, я не могу найти след, я получаю полное удовлетворение"; то есть "Следуя по пути, проложенному Франклином, я добился полного успеха". Следовательно, Франклину принадлежит идея заостренного стержня 1750 года, который стал громоотводом последующих лет; парижским ученым принадлежит великая заслуга в том, что они первыми провели эксперимент и подтвердили франклинскую точку зрения о тождестве молнии в нашем небе с электричеством в наших лабораториях.

У Франклина были точные представления о действии его заостренных проводников, он четко осознавал их двойную функцию: (1) предотвращать опасное повышение потенциала путем разряжать облако; и (2) передавать разряд на землю в случае удара. В некоторых своих письмах он жалуется на людей, которые концентрируют свое внимание на профилактической функции, полностью забывая о другой. "Везде, где изучается мое мнение в Европе, - писал он в 1755 году, - не принимается во внимание ничего, кроме вероятности того, что эти удочки предотвратят удар, что является лишь частью предлагаемого мною применения; а другая часть, проведение удара, который они, возможно, не предотвратят, кажется, полностью забыта, хотя имеет такое же значение и преимущество".

Любимая иллюстрация Франклина, демонстрирующая разряжающую силу очков, заключалась в изоляции пушечного ядра, к которому прикреплялся кусочек пробки, подвешенный на шелковой нити. При наэлектризовывании шарика пробка отлетает и остается подвешенной на некотором расстоянии, сразу же падая обратно, как только к шарiku подносят иглу. (1747.)

Он также использовал кисточки, состоящие из пятнадцати или двадцати длинных нитей (рис. 17), и даже хлопчатобумажную ткань, нити которой выделяются при наэлектризовывании, но соединяются, если провести под ними заостренным стержнем. Он также заметил, что нити не сворачиваются, когда кончик стержня покрыт маленьким шариком. (1762.)

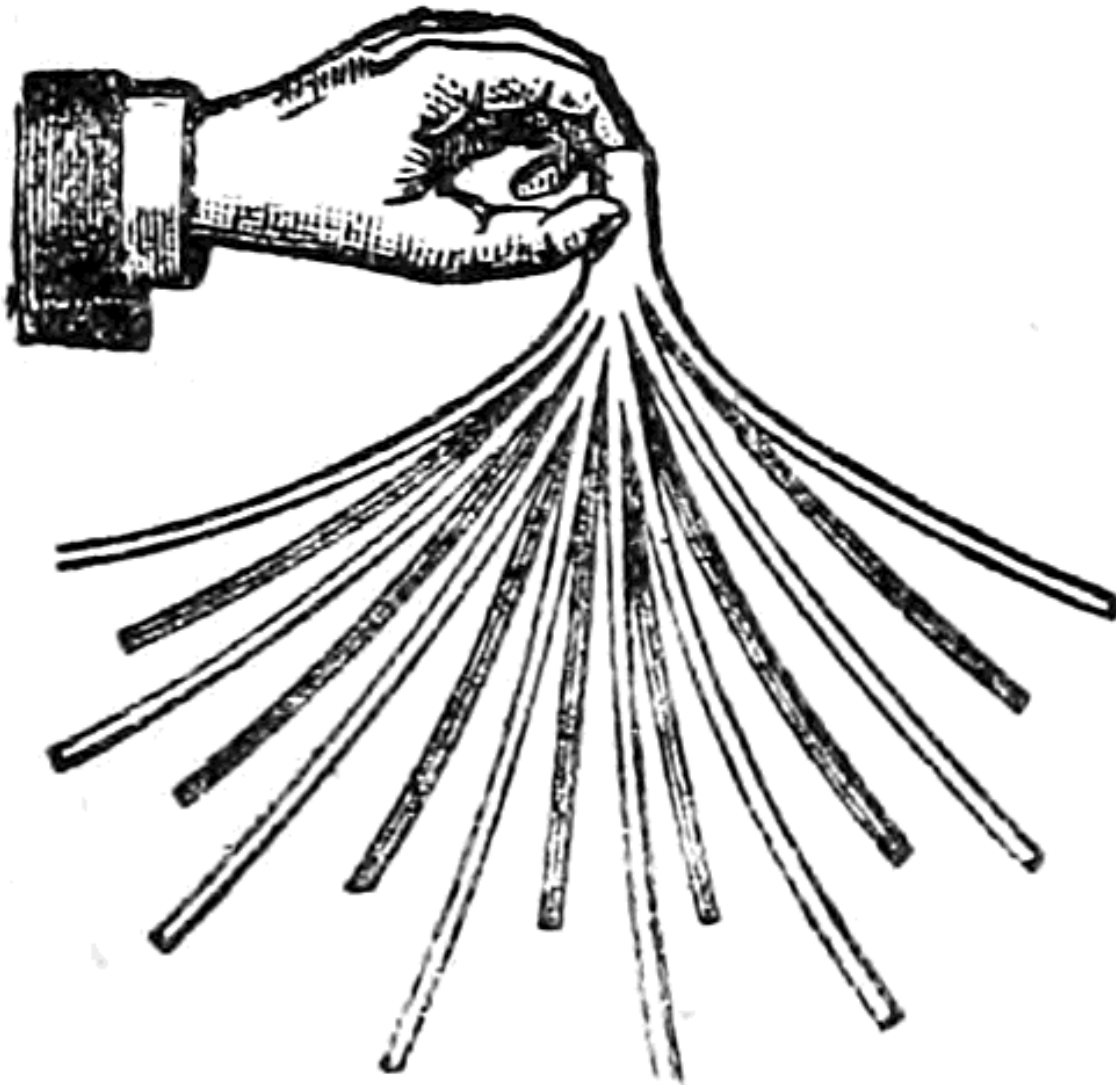


Рис. 17

кисточка из длинных ниток или светлых полосок бумаги

Взгляды Франклина на громоотводы встретили некоторое противодействие во Франции со стороны блестящего аббата Нолле и в Англии со стороны доктора Бенджамина Уилсона. Последнее было в основном играют большую роль в обеспечении знаменитый спор о "точках Ручки". В 1772 году Королевское общество назначило комитет для рассмотрения наилучших средств защиты пороховых погребов в Перфлите от молнии. В состав комитета вместе с доктором Уилсоном входили Генри Кавендиш, выдающийся химик и физик, и сэр Джон Прингл, президент Королевского общества. В отчете отдавалось предпочтение острым проводникам перед тупыми, за которые выступал доктор Уилсон. Пять лет спустя, в 1777 году, этот вопрос был поднят снова, и снова новый комитет принял решение в пользу заостренных терминалов, убежденный, "что эксперименты и доводы, сделанные и утверждаемые мистером Уилсоном об обратном, были неубедительными".

Доктор Уилсон, будучи человеком влиятельным, добился того, что его взгляды были приняты Советом по вооружениям. Было отмечено, что этот спор никогда бы не привлек внимания, если бы не тот факт, что первооткрывателем эффекта точек был Франклин. Он был американцем, и спор с колониями тогда был в самом разгаре. Началась революционная война, и британские войска уже потерпели серьезные поражения. Поэтому ни один патриот не мог признать ничего хорошего по пунктам. Георг III. принял чью-либо сторону, постановил, что точки на королевских дирижерских пультах в Кью должны быть покрыты шариками, и приказал сэру Джону Принглу поддержать доктора Уилсона. Сэр Джон дал достойный ответ: "Сир, я не могу изменить законы и действия природы", на что король, разгневанный тем, что столь некомпетентный человек занимает такой важный пост, ответил: "Тогда, сэр Джон, возможно, вам лучше уйти в отставку", что сэр Джон и сделал.

Один остро слов того времени эпиграмматически изложил суть дела, написав:

"Пока ты, великий Джордж, охотишься за знаниями
, А острые проводники меняются на тупых,
Нация не в ладах;
Франклин придерживается более мудрого курса,
И все твои бесполезные взгляды громит
, придерживаясь сути".

Именно в связи с этим жарким спором Франклин написал следующие замечательные слова:

"Я никогда не вступал ни в какие споры в защиту своих философских взглядов. Я предоставляю им использовать свой шанс в этом мире. Если они *правы*, истина и опыт поддержат их; если *неправы*, их следует опровергнуть и отвергнуть. Поэтому то, что король сменил свои *заостренные* проводники на *тупые*, для меня не имеет большого значения.

Только в сентябре 1752 года Франклин поднял жезл над своим собственным домом. Этот экспериментальный проводник был сделан из железа, снабжен острым стальным наконечником и возвышался на семь или восемь футов над крышей, другой конец был заглублен на пять футов в землю. Чтобы избежать бесполезного личного смещения, Франклин, экономист времени, создал автоматический оповещатель, подобный тому, который изобрел Гордон в 1745 году и описал Уотсон в своем *продолжении*, 1746, чтобы оповещать его о приближении хорошего порыва грома. Вместо того чтобы сделать стержень одной непрерывной длины, его разделили на лестнице, напротив двери его комнаты, разведя концы на горизонтальное расстояние в несколько дюймов. Привинтив к концам пару крошечных гонгов, он подвесил между ними латунный шарик, удерживаемый шелковой нитью и выполняющий роль колотушки. Всякий раз, когда надвигалась грозовая туча, начинали звонить колокола, призывая философа в его "лабораторию" на лестнице.

Жезл Франклина, установленный над его домом летом 1752 года, очевидно, предназначался им скорее для экспериментов, чем для защиты. У него нет никаких сомнений в использовании таких заостренных проводников для защиты зданий и судов от разрушительного воздействия молнии. В статье, напечатанной в "*Альманахе бедного Ричарда*" за 1753 год, он прямо говорит, что "Богу в Его бесконечной доброте к человечеству было угодно открыть для них средства защиты своих жилищ и других построек от разрушения громом и молнией. Метод таков:

возьмите небольшой железный прут (он может быть сделан из чугуна, используемого гвоздильщиками), но такой длины, чтобы один конец находился на 3 или 4 фута во влажной земле, а другой - на 6 или 8 футов над самой высокой частью здания. К верхнему концу стержня прикрепите примерно фут латунной проволоки размером с обычную вязальную спицу, заточенной до тонкости; стержень можно прикрепить к дому с помощью нескольких небольших скоб. Если дом или сарай длинный, на каждом конце может быть прут с заострением, а посередине - проволока вдоль гребня от одного к другому. Обставленный таким образом дом не пострадает от удара молнии, поскольку она притягивается остриями и проходит сквозь металл в землю, ничего не повредив. Кроме того, суда, имеющие заостренный стержень, закрепленный на верхушке их мачт, с проволокой от основания стержня, спускающейся вокруг одного из вантов к воде, не пострадают от удара молнии".

Хорошо известно, как недавно отметил доктор Ротч, директор обсерватории Блу Хилл, что материал для этих альманахов был подготовлен самим Франклином под псевдонимом Ричард Сондерс. Поскольку приведенный выше отрывок появился в альманахе за 1753 год, очевидно, что он должен был быть готов где-то к концу 1752 года. Более того, мы знаем, что на самом деле он был в руках печатника в середине октября того же года, поскольку *Pennsylvania Gazette* от 19 октября сообщает, что альманах тогда был в печати и что вскоре он поступит в продажу. Отсюда следует, что 1752 год - это год изобретения громоотвода, а не 1753 или 1754, как часто утверждается.

Инструкции, данные Франклином, включают в себя все необходимое для монтажа громоотвода. Он может быть сделан из железа или меди, плоский или круглый, но должен образовывать хорошее "небо" и хорошую "землю". Первое условие обеспечивается прикручиванием к верхней части стержня медных или платиновых клемм, заканчивающихся острыми концами; а второе - заглублением нижнего конца глубоко во влажную почву. Между "небом" и "землей" стержень должен быть непрерывным.

Функция стержня, как хорошо понимал Франклин, двоякая: профилактическая и консервирующая. В обычных условиях он предотвращает удар за счет действия точек, которые выбрасывают обильные потоки воздуха и частиц пыли, наэлектризованных противоположно наэлектризованному облаку. Даже на расстоянии опасный потенциал облака уменьшается за счет этих конвекционных потоков, и удар обычно предотвращается. Ясно, что десять точек эффективнее, чем одна, а пятьдесят - больше, чем пять. Отсюда и количество точек, которые мы видим распределенными по более высоким и заметным частям здания, все из которых тщательно соединены громоотводом.

Как бы хорошо ни было теоретически защищено здание, иногда будут возникать условия, когда по стержню неизбежно будет нанесен удар; тогда вступает в действие его защитная функция, благодаря которой он безопасно переносит энергию разрушительного разряда на землю.

Опыт более чем столетнего периода показывает, что громоотвод обеспечивает защиту в подавляющем большинстве случаев; но было бы по меньшей мере небольшим преувеличением сказать, что он никогда не подводил, даже при правильной конструкции.

Сначала установке громоотводов возражали как в Новом, так и в Старом Свете: некоторые обосновывали свое неприятие новшества религиозными соображениями, говоря, что, поскольку молния и гром являются знаками божественного гнева, было бы нечестиво каким-

либо образом вмешиваться в их проявления. На это возражение ответили, сказав, что по здравомыслию нам следует избегать защиты от неблагоприятных погодных условий.

Другие выступали против использования стержней на том основании, что они вызывали или притягивали вспышку, на что получали ответ, что они притягивают молнию так же сильно, как водосточная труба притягивает ливень, и не более.

Смерть профессора Рихмана из Санкт-Петербургского университета также замедлила принятие жезла для защиты зданий; но несостоятельность этого возражения стала очевидной, когда стали известны обстоятельства несчастного случая. Проводник Рихмана, как и проводник д'Алибара (1751), представлял собой экспериментальный стержень и как таковой был изолирован на нижнем конце. Следовательно, это был вовсе не громоотвод, поскольку он не был заземлен. 6 августа 1753 года, во время сильной грозы, Рихманн случайно оказался рядом со своим исследовательским стержнем, наблюдая за показаниями грубо сделанного электрометра, когда раздался резкий раскат грома, и в то же мгновение ассистент Рихмана увидел, как огненный шар вылетел из прибора и ударил в голову несчастного профессора, который упал на ближайший сундук и мгновенно испустил дух. Его ассистент на некоторое время был оглушен. Придя в сознание, он бросился на помощь профессору; но было слишком поздно, тело было безжизненным.

Описывая это трагическое событие, Пристли, историк электричества, говорит, что "Не каждому электрику дано умереть так славно, как Рихманну, которому справедливо завидовали".

Во-первых, мы не "завидуем" судьбе профессора Рихманна и считаем, что фраза "трагическая манера поведения" лучше соответствовала бы обстоятельствам его смерти, чем "славная манера поведения" доктора Пристли.

На подобный риск пошли Франклин из Филадельфии, де Ромас из Бордо и представитель компании d'Alibard в Марли, экспериментируя с воздушными змеями и изолированными удилищами; они взяли свои жизни в свои руки, хотя, возможно, и не думали об этом.

Несколько лет назад сэр Уильям Прис сказал, что человек может безнаказанно "сжимать медный стержень диаметром в дюйм, нижняя часть которого прочно соприкасается с влажной землей, в то время как верхняя часть подвергается сильной вспышке молнии; проводник может быть даже окружен порохом в самую сильную грозу без риска или опаски".

Нигде не зафиксировано, чтобы английский электрик когда-либо хватался за громоотвод или даже стоял в непосредственной близости от него во время грозы. Приведенное выше заявление было столь же сенсационным, сколь и неразумным и безрассудным. Соседство стержня во время шторма является зоной опасности из-за возникающих в нем электрических разрядов, и, как таковое, его следует избегать.

Смерть Рихмана вызвала настоящую сенсацию по всей Европе, и, естественно, громоотвод подвергся суровому осуждению. Среди мемуаров, поводом к которым послужила эта гибель, был один, написанный в самом сердце Моравии и адресованный знаменитому Эйлеру, директору Академии наук в Берлине. Автор был монахом премонстратинского ордена, поле деятельности которого находилось в Прендице.

В 1754 году этот сельский священник проводил эксперименты с громоотводами в масштабах, превосходящих все, что делалось в Париже, Лондоне или Филадельфии. На прилагаемых иллюстрациях показан проводник, который Дивиш (также Дивиш) собрал в Прендице (также Брендице) летом того же года, чтобы публично продемонстрировать эффективность такого устройства в разгоне грозовых облаков и нейтрализации разрушительной энергии, накопленной в их электрических зарядах. Прендиц, по-видимому, сильно страдал от электрических бурь; и главным образом ради безопасности местности добрый священник со всей серьезностью посвятил себя изучению электрических явлений.

Поскольку такой человек заслуживает того, чтобы жить в памяти потомков, мы разыскали основные факты его карьеры главным образом у отца Альфонса Зака из Пернега, Нижняя Австрия, выдающегося писателя Ордена, к которому принадлежал Дивиш, и включили те детали, которые мы получили от него и других, в нижеследующее простое повествование.



Рис. 18

Прокопий Дивиш

Прокопий Дивиш (Prokop Diviš) родился 1 августа 1696 года в Хелковице-Сенфтенберге в Богемии. Он провел свою юность в Знайме, где изучал гуманитарные науки и философию в колледже, руководимом отцами-иезуитами в этом моравском городе. В 1719 году, когда ему шел двадцать третий год, он решил оставить обычные мирские привычки, чтобы вести высшую жизнь в премонстратенском ордене в Клостер-Бруке. В зрелом возрасте 30 лет Дивиш был рукоположен в священники в 1726 году, после чего преподавал философию и теологию в классах молодых претендентов на церковное положение. В 1733 году он поступил в Зальцбургский университет и получил двойную докторскую степень по теологии и философии.

Три года спустя, в 1736 году, он был назначен приходским священником Прендица, небольшого моравского городка на пути к Аустерлицу, прославившегося со времен Наполеона. Здесь он оставался в течение пяти лет, вернувшись в 1741 году в Брук в качестве настоятеля расположенного там Кlostера или монастыря. В конце Семилетней войны за австрийское наследство он покинул Брук в 1745 году и отправился в свой приход в Прендице, где провел последние двадцать лет своей жизни в пастырском служении своей священной канцелярии и в электрических экспериментах, которые он очень любил.

Примерно в это же время о целебных свойствах нового средства было объявлено по всей Европе в виде безмерных похвал. Некоторые из больных прихожан Дивиша, считая его экспертом в электрических манипуляциях, обратились к нему за небольшим облегчением своих бед. Добросердечный священник не прогнал их, но счел желательным испытать на них терапевтический эффект таких искр, которые он мог получить от своей самодельной фрикционной машины. Результаты были различными, вероятно, в зависимости от уверенности и воображения пациента. Несколько замечательных исцелений, по-видимому, были произведены либо с помощью электрической искры, либо с помощью силы убеждения оператора, либо с помощью того и другого в сочетании, в результате чего люди повсюду разделились в своем мнении о пасторе из Прендица. Некоторые врачи говорили, что он вмешивался в их практику, и даже священнослужители придирались к нему за то, что он потворствовал работе, которая, по их мнению, не соответствовала уставу. Похоже, также сложилось общее впечатление, что его электрические эксперименты, особенно с громоотводом, скорее всего, окажутся вредными по нескольким причинам.

С другой стороны, у Дивиша были высокопоставленные поклонники, среди которых были император Германии Франциск I. и его императорская супруга Мария Терезия. Получив приглашение в Вену, Дивиш отправился в столицу Австрии, где с помощью отца Франца, еще одного приверженца электричества, он продемонстрировал замечательные возможности новой формы энергии перед грандами империи.

Когда он перешел к электрическим свойствам очков, он продемонстрировал их разрядную способность очень оригинальным способом, который, должно быть, на некоторое время встревожил его помощника. Временами машина, созданная отцом Францем, давала отличные результаты; в других случаях она не давала результатов. Немногие критически настроенные люди заметили, что, когда машина выходила из строя, Дивиш находился рядом; в то время как когда она работала нормально, он находился на некотором расстоянии. После ряда таких чередований успехов и неудач, которые сильно озадачили ассистента, самого известного в Вене человека, Дивиш объяснил это происшествие, сказав с веселым блеском в глазах, что отказ машины генерировать энергию, когда он был рядом с ней, очевидно, пытаясь найти причину поломки, был вызван несколькими проводниками, похожими на штыри, которые он спрятал для этой цели в своем кармане и которые нейтрализовали заряд на вращающемся генераторе!

О тождестве молний в нашем небе с искусственным электричеством в наших лабораториях многие подозревали еще до середины восемнадцатого века. Англичане, такие как Хоксби, Холл, Грей, Фрике, Мартин и Ватсон; немцы, такие как Боze и Винклер, и французы, такие как аббат Нолле, уже опубликовали свои подозрения и догадки по этому поводу. Франклин тоже указал на двенадцать точек аналогии между этими двумя в 1749 году в своем письме Коллинсону из

Лондона. Хотя он чувствовал силу аналогичного соглашения, он также чувствовал, что этот вопрос не может быть окончательно решен без обращения к эксперименту. Соответственно, он добавил: "Электрическая жидкость притягивается точками; мы не знаем, есть ли это свойство у молнии. Но поскольку они совпадают во всех деталях, в которых мы уже можем их сравнить, разве не вероятно, что они совпадают и в этом? Давайте проведем эксперимент".

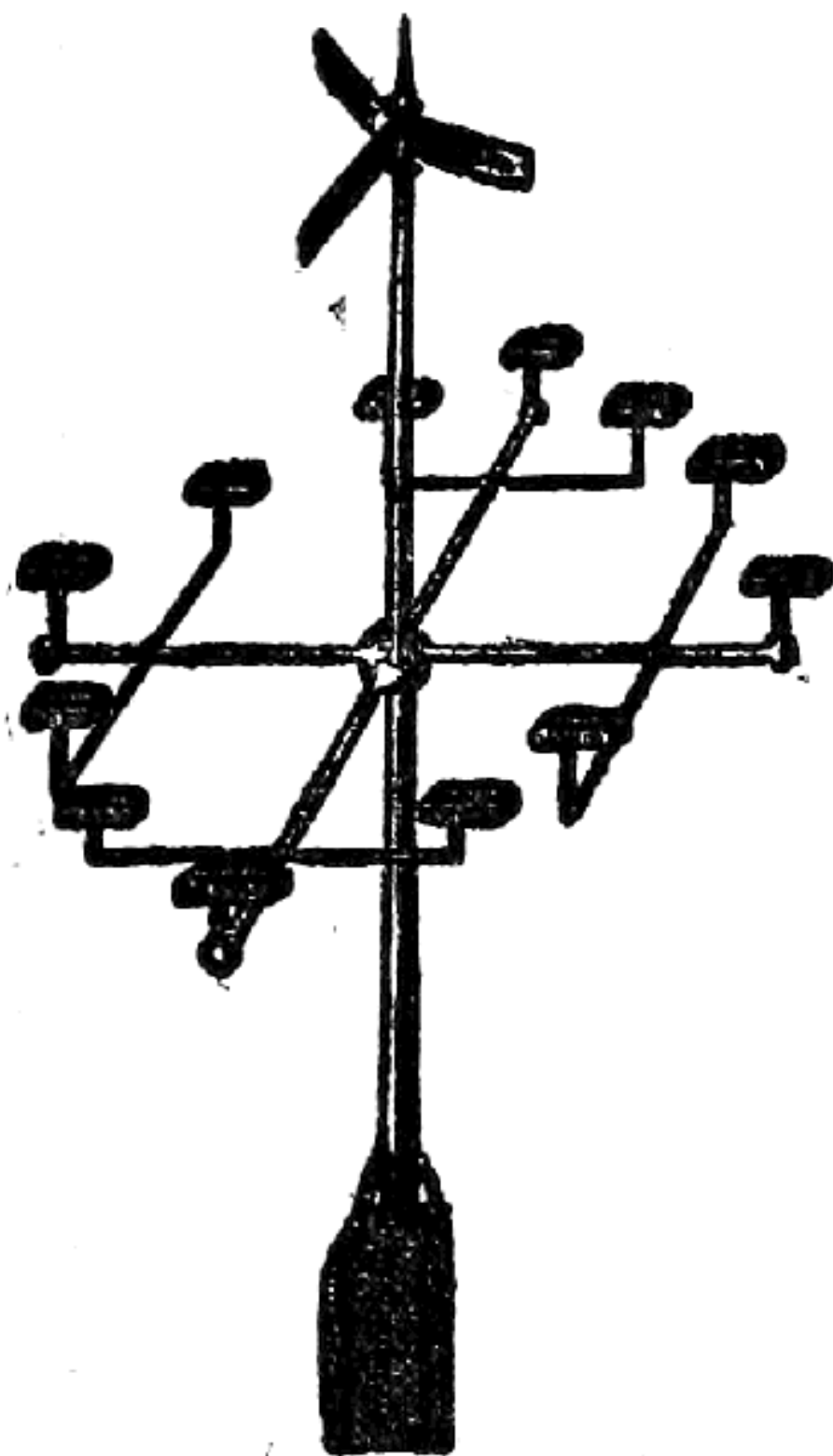


Рис. 19 (слева) и

рис. 20 (справа)
Громоотвод Divisch

Эксперимент был проведен самим Франклином с помощью своего воздушного змея два года спустя, летом 1752 года, а также с помощью громоотвода, который он установил над своим собственным домом осенью того же года. Несомненно, Дивиш слышал о чудесных эффектах,

полученных от изолированного проводника д'Алибара в Марли; во всяком случае, он соорудил на открытом пространстве на небольшом расстоянии от своего дома священника в Прендице громоотвод высотой 130 футов. Как видно из иллюстрации, он ошетинился точками, поскольку богемский волшебник справедливо утверждал, что пять точек будут эффективнее, чем один, а 50 - эффективнее, чем пять. Странного вида сооружение, предназначенное для отражения молний с небес, имело не менее 325 хорошо распределенных точек. Лодж говорит в своих *Громоотводах*: "Указания на небо признаны правильными; только я хочу отстаивать их больше, любое количество, например, колючую проволоку вдоль гребней и карнизов. Если вы хотите нейтрализовать удар молнии, три очка не так эффективны, как 3000." Это было написано в 1892 году; почти за 140 лет до этой даты мы находим простого приходского священника из малоизвестной деревни в Моравии, использующего именно такую множественную систему коротких заостренных проводников для защиты жизни и имущества. Этот громоотвод, или *метеорологическая машина*, как назвал ее Дивиш, был установлен им самим в Прендице 15 июня 1754 года. На верхней части удилища будут видны три световых лопасти, которые были добавлены в интересах расы пернатых, чтобы не допустить, чтобы неосторожные участники подвергались риску поражения электрическим током, приземляясь на аппарате во время шторма. Ветер вращал лопасти, как чашечки анемометра, и таким образом удерживал птиц подальше от опасной зоны.

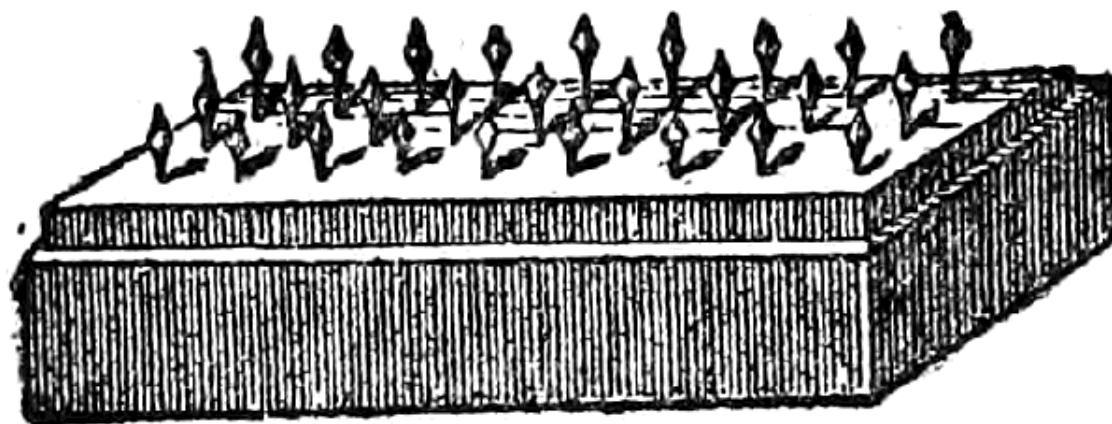


Рис. 21

Набор заостренных стержней

Несколько испытаний выпало на долю электрического пастора, причем из наименее ожидаемых кварталов. Случилось так, что на второй год после установки аппарата лето выдалось необычайно засушливым, вследствие чего урожай почти полностью погиб. Фермеры по соседству всегда с подозрением относились к странного вида мачте Прендица; и, надо сказать, они были более чем неуверенны в уместности вмешательства в силы природы даже под предлогом защиты, забывая, что они очень заботились о защите себя от жары и холода, дождя, снега и града. Деревенские дамы, без сомнения, использовали зонтики для одного вида защиты, а дворяне - для другого. Как бы то ни было, жителям Прендица и окружающим добрым людям не понравилась высокая мачта с ее вытянутыми руками и ошетилившимися рядами подозрительно выглядящих железных наконечников, соединенных с землей четырьмя длинными тяжелыми цепями. На данный момент они считали своего Пастора странным парнем, который думал, что сможет отвратить гнев небес с помощью самой странной машины, которую они когда-либо видели. В советах деревень утверждалось, что, какие бы преимущества Дивиш ни приписывал своей "машине", все они носили отрицательный характер. По его словам, это

предотвратило удар молнии; возможно, но они не увидели, как это предотвратить. Что они действительно увидели и остро осознали, так это неурожай их посевов. Это очень сильно повлияло на них; и если, как они предполагали, аппарат Прендица имел к этому какое-то отношение, то чем скорее они избавятся от машины, тем лучше. Дивиш, надо сказать, нравился своему народу; но, несмотря на его популярность, люди насилия одержали верх, и машина была обречена. Народные страсти, вызванные личным интересом, взяли верх над соображениями, вызванными Пастором. В назначенный день банда воинственных фермеров напала на деревню и разрушила аппарат, который стоил священнику стольких усилий и физического труда и на который он сознательно и справедливо полагался для защиты усадеб своей деревенской паствы.

Это напоминает аналогичный случай насилия толпы, произошедший в Сент-Омере на севере Франции, где фабрикант из этого причудливого старого города, побывавший в Америке и убедившийся в полезности громоотводов, решил установить такой же над своим собственным домом. Едваэто было закончено, как народ собрался вместе; и, когда страсти были достаточно разожжены подстрекательскими замечаниями демагогов, на здание напали, а дирижера уволили. Производитель пожаловался на бездействие "gardiens de la paix" и обратился в суд с просьбой отстоять его право на защиту своего дома от молнии. Он доверил свое дело молодому блестящему адвокату, пока еще не снискавшему славы, но которому суждено было снискать незавидную славу в революционный период. Этим первым защитником громоотвода в суде был Робеспьер.

Весть об этом прискорбном событии вскоре достигла ушей начальства премонстратенца в Клостер-Бруке; и, поскольку они очень мудро рассудили, что долг сельского священника в первую очередь заботиться о духовном благополучии своего народа, а не изобретать машины для его защиты от небесных разрядов, они посоветовали ему уступить предубеждениям своего народа и не реконструировать вызывающий возражения аппарат.

Отец Дивиш принял дружеский совет своего начальства и повиновался, как хороший премонстратенский монах. Останки разбитой "метеорологической машины" были отправлены в аббатство в Бруке, где их можно было видеть много лет спустя. В результате этого акта вандализма Дивиш отказался от экспериментов с громоотводами и с самим электричеством. Жители деревни были удовлетворены, но мир в целом потерял пользу, которую могли бы принести исследования атмосферного электричества, которые Дивиш мог бы продолжать в течение оставшихся девятнадцати лет своей жизни.

Отказавшись от электричества, разочарованный священник обратил свое внимание сначала на акустику, а затем, каким бы практичным человеком он ни был, на создание музыкальных инструментов. Прошло незадолго до того, как его гений создал оркестр духовых и струнных инструментов, на котором играли как на органе руками и ногами и который был способен на 130 различных комбинаций. Принц Генрих Прусский предложил за изобретение значительную сумму денег, но Дивиш умер во время подготовки к продаже, и переговоры были прерваны. Инструмент много лет оставался в аббатстве Брук, где им ежедневно пользовались в каноническом служении.

Любопытное совпадение, что Франклин также интересовался музыкальными инструментами. Ему приписывают изобретение усовершенствованной формы стеклянной гармоники, одну из которых он подарил королеве Марии-Антуанетте.

Несмотря на горький опыт Дивиша, несколько лет спустя падре Тоальдо (1719-1797), поклонник и корреспондент Франклина, горячо поддержал внедрение громоотводов в Италии. Именно благодаря его влиянию и личной деятельности великолепный Сиенский собор XIII века был защищен громоотводами после того, как на протяжении веков в него неоднократно ударяли и он серьезно пострадал. Тоальдо опубликовал в 1774 году свою знаменитую работу о защите общественных и частных зданий от молнии; она внесла большой вклад в укрепление общественного мнения о ценности "франклинских жезлов", как обычно называли проводники.

Вызывает сожаление, что Франклин использовал слова "электрический флюид притягивается точками" в процитированном выше отрывке, поскольку в массовом сознании такое "притяжение" скорее привлекает, чем предотвращает опасность. Как уже было сказано, стержень "притягивает" молнию не больше, чем водосточная труба притягивает ливень. Франклин очень хорошо знал двойную функцию своих стержней: *профилактическую*, с помощью которой они предотвращают удар, постепенно и бесшумно нейтрализуя избыточную энергию облака; и другую, *предохраняющую*, с помощью которой они безопасно передают разряд на землю при ударе. Он даже жалуется на людей, которые концентрируют свое внимание на профилактической функции, полностью забывая о другой, добавляя, что "Везде, где изучается мое мнение в Европе, не учитывается ничего, кроме вероятности того, что эти палочки предотвратят insult, что является лишь частью применения, которое я предложил для них; а другая часть, проведение ими insult, который они, возможно, не предотвратят, кажется, полностью забыта, хотя имеет равную важность и преимущество". (1755.)

В то время было принято поднимать стержни на значительную высоту над зданием, полагая, что диаметр защитного круга в четыре раза превышает высоту стержня. Такое правило было произвольным, и факты вскоре показали, что оно ненадежно и небезопасно. В настоящее время признано, что не существует такого понятия, как определенная зона защиты.

Если бы это была литературная глава, мы бы указали, что любое из выражений "электрическая" буря или "грозовая" буря предпочтительнее, чем *гроза*, потому что электричество или молния являются активным агентом или главной характеристикой впечатляющего явления. Никому не приходит в голову называть бурю с градом описательным термином *скороговорка-storm*; однако это было бы столь же логичным и уместным наименованием в одном случае, как и гроза в другом.

Громовая труба - это, безусловно, поразительно неправильное название, применяемое к длинным, узким, застекленным трубам, образованным в кремнистых материалах сильным нагревом от вспышки, но ни в коем случае не звуковыми волнами, вызванными столкновением. *Удар грома* не означает, вопреки распространенному мнению, раскаленную добела массу, сопровождающую разряд; это чистая и незамысловатая вспышка как таковая. Светящаяся масса, которая случайно оказывается на пути разряда, - это *метеорит*, тело космического, а не земного происхождения, гость из космоса, который выбрал разреженный путь вспышки для своего спуска на землю.

Опять же, в природе нет *грозовых облаков*, только электрические облака или грозовые тучи; и никогда не бывает *громы в воздухе*, за исключением тех случаев, когда молния прорывается от облака к облаку, или прыгает с облака на землю, или ударяет с земли в облако. Но хотя гром бывает в воздухе лишь изредка, электричество есть всегда. У нас нормальное электрическое поле в любое время года и в любом месте.

Хотя убивает молния, а не гром, мы, однако, не стали бы возражать против следующей надписи, которую мы обнаружили на надгробии:

"Здесь лежит (такой-то), о! какое чудо,
она была убита на месте ударом грома",

потому что внезапность удара колокола, возможно, повергла пожилую леди в шок, от которого ее слабеющее сердце так и не смогло оправиться.

Мы хорошо понимаем, что подобная критика технических терминов, используемых в народе, не окажет никакого воздействия на реформу; потому что до тех пор, пока люди будут говорить "солнце восходит" и "звезды заходят", они будут продолжать говорить о грозовых тучах и грозах, громовых трубах и раскатах грома. Хотя эти выражения и содержат элемент ошибки, они получили санкцию веков; и поэтому они остались в силе.

Возвращаясь в Дивиш, скажу, что этот достойный священник и первый электрик скончался в Прендице на шестьдесят девятом году жизни 21 декабря 1765 года и был похоронен на маленьком церковном кладбище, где за двадцать пять лет своего служения освятил множество могил. Простая надпись отмечает место его погребения, но вскоре в его память будет установлен памятник, который расскажет прохожему, где спит премонстратенский пионер громоотвода.

Примерно за три месяца до постройки своей удочки, *то есть*, в июне 1752 года Франклину пришла в голову идея, что он мог бы с таким же успехом приблизиться к области облаков с помощью обычного воздушного змея. Вот его слова о романе и знаменитом эксперименте с "воздушным змеем-молнией":

"Сделайте небольшой крест из двух легких полос кедра, с ручками такой длины, чтобы они доставали до четырех углов большого тонкого шелкового носового платка, когда его расправите; привяжите уголки платка к концам креста, так что у вас получится туловище воздушного змея, который, будучи должным образом снабжен хвостом, петлей и бечевкой, будет подниматься в воздух, как бумажный; но этот, поскольку сделан из шелка, лучше переносит сырость и ветер от порывов грома, не порвавшись. К верхушке вертикально стоящей палки должна быть прикреплена очень заостренная проволока, возвышающаяся на фут или два над деревом. На конце бечевки, рядом с рукой, должна быть закреплена шелковая лента, а там, где шелк соединяется со шнуром, может быть прикреплен ключ. Этот воздушный змей должен быть поднят при приближении порыва ветра, и человек, который держит бечевку, должен стоять в дверях или у окна или под каким-нибудь укрытием, чтобы шелковая лента не намокла; и необходимо следить за тем, чтобы бечевка не касалась дверной или оконной рамы. Как только какая-либо из грозовых туч надвинется на воздушного змея, заостренная проволока вытянет из них электрический огонь, и воздушный змей со всей бечевкой будет наэлектризован, а свободные нити бечевки будут торчать во все стороны и притягиваться приближающимся пальцем. И когда дождь намочит воздушного змея настолько, что он сможет свободно запускать электрический огонь, вы обнаружите, что он обильно вытекает из ключа при приближении вашего кулака. С помощью этого ключа флакон может быть заряжен, и от электрического огня можно

разжечь полученные таким образом спиртные напитки, а также провести все другие электрические эксперименты, которые обычно проводятся с помощью натертого стеклянного шара или трубки, и, таким образом, полностью продемонстрировать тождество электрического вещества с веществом молнии".[10]

Здесь мы имеем полное описание электрического воздушного змея и способа его использования, однако без какого-либо прямого заявления о том, что автор действительно экспериментировал с ним, хотя он и говорит, что эксперимент был успешно проведен. Это строго верно, но можно с уверенностью утверждать, что перечисленные меры предосторожности, наблюдения за волокнами шнура, его улучшенная проводимость при намокании под дождем и тому подобное - все это свидетельствует о знании практических условий, которые могут быть получены только экспериментальным путем.

Но если Франклин не был откровенен в этом вопросе, то некоторые из его современников были откровенны. Вот случай с воздушным змеем, описанный в *"Продолжении жизни доктора Франклина"* доктора Штубера, филадельфийца и близкого друга Франклинов:

"Пока Франклин ждал возведения шпиля, ему пришло в голову, что у него мог бы быть более удобный доступ в область облаков с помощью обычного воздушного змея. Он приготовил одну из них, прикрепив две поперечные палочки к шелковому носовому платку, который пострадал бы от дождя не так сильно, как бумага. К прямой палке был прикреплен железный наконечник. Бечевка была, как обычно, из пеньки, за исключением нижнего конца, который был шелковым. Там, где заканчивалась пеньковая бечевка, был прикреплен ключ. С этим аппаратом при виде приближающегося порыва грома он вышел в палату общин в сопровождении своего сына, которому одному сообщил о своих намерениях, хорошо зная, какие насмешки, слишком общие для интересов науки, ожидают неудачные эксперименты в философии. Он спрятался под навесом, чтобы не попасть под дождь. Его воздушный змей был поднят. Над ним пролетела грозовая туча. Никаких признаков электричества не появилось. Он почти отчаялся в успехе, как вдруг заметил, что свободные волокна его струны пришли в вертикальное положение. Теперь он поднес костяшки пальцев к клавише и получил сильную искру. Из ключа неоднократно извлекались искры, флакон заряжался, подвергался удару током и производились все эксперименты, которые обычно проводятся с электричеством".

Это свидетельство человека, пользовавшегося безграничным доверием Франклина, звучит очень прозаично; в нем нет ни нотки неуверенности, ни слова, указывающего на сомнение в том, что его друг и сосед отправился в поле в сопровождении своего крепкого сына, неся с собой странный набор электрических преград. Этому сыну, по имени Уильям, в то время было двадцать два года; и поскольку он умер в 1813 году, через одиннадцать лет после публикации биографического очерка доктора Штубера, у него было достаточно времени, чтобы опровергнуть историю о воздушном змее, если бы она была не фактом, а простым романом. И это еще не все, поскольку рассказ доктора Штубера, приведенный выше, текстуально приводится в *"Воспоминаниях о жизни и трудах Бенджамина Франклина"*, отредактированных его внуком Уильямом Темплом Франклином. Следует отметить, что доктор очень любил своего внука, чью "верную службу и сыновнюю привязанность" он тепло восхваляет в нескольких своих письмах и чье уважение к памяти государственного деятеля побудило его взяться за подготовку его работ к публикации. На странице 211, том I., он сообщает нам, что "Поскольку доктор

Франклин упомянул о своих электрических открытиях лишь вскользь, и поскольку они носят чрезвычайно важный и интересный характер, было сочтено, что краткое отвлечение к этой теме было бы простительным и не лишенным развлечения. С этой целью здесь приводится следующий отчет о том же самом, включая первый эксперимент с воздушным змеем-молнией, в изложении доктора Штубера".

В этих заключительных строках мы имеем свидетельство внука Франклина о подлинности истории о "воздушном змее-молнии". Более того, отчет, приведенный Штубером, очевидно, встречает его сердечное одобрение, поскольку он переводит его дословно; и, как бы для придания цитатам безупречного авторитета, он сообщает нам в предисловии, стр. viii., что "они заслуживают полного доверия из-за точности сообщаемой информации".

Теперь несколько слов от Пристли, также одного из близких друзей Франклина. В своей *Истории электричества*, четвертое издание, стр. 171, он говорит, что "доктор Франклин, каким бы удивительным это ни казалось, на самом деле продолжал вызывать молнии с небес с помощью электрического воздушного змея, который он запускал, когда чувствовалось приближение грозы". Затем следует описание, почти слово в слово взятое у доктора Штубера, которого он называет "лучшим авторитетом в этом вопросе".

Если, возможно, вышеприведенное свидетельство не следует считать окончательным, все сохраняющиеся сомнения должны быть устранены собственными словами Франклина, поскольку в своей *автобиографии*, после краткого упоминания экспериментов, проведенных во Франции с заостренными проводниками, он добавляет: "Я не буду раздувать это повествование описанием этого капитального эксперимента (с заостренным проводником) или о бесконечном удовольствии, которое я получил от успеха аналогичного эксперимента, который я провел вскоре после этого с воздушным змеем в Филадельфии, поскольку и то, и другое можно найти в "Истории электричества"".

Здесь, наконец, у нас есть собственные слова Франклина, что он провел эксперимент с воздушным змеем и что он сделал это "вскоре после" демонстрации своих электрических открытий, которую г-н де Лор устроил, по просьбе, перед Людовиком XV. и его двор.

Следовательно, "Воздушный змей-молния" - это не миф, как некоторые отважились подумать, поскольку он был полностью описан Франклином в его письме Питеру Коллинсону от 19 октября 1752 года и изготовлен им где-то в июне того же года.

Теперь мы должны посмотреть, предвосхитил ли Франклин идею воздушного змея или его использование в электрических целях. Некоторые считают, что г-н де Ромас предвосхитил его идею, но не сам эксперимент; в то время как другие приписывают французскому судье и то, и другое. Давайте рассмотрим доказательства, которые имеются в пользу этих мнений.

Мсье де Ромас жил в Нераке, маленьком городке примерно в семидесяти пяти милях к югу от Бордо. Он был членом коллегии адвокатов, а во времена франклинского фурора в Европе был судьей окружного суда. Он проявил интерес к научным вопросам, совершенно необычным для людей его профессии, и, как только прочитал об эффективности заостренных проводников, приступил к самостоятельному изучению их поведения. Его эксперименты увенчались удивительным успехом, и местные ученые восхищались ими в такой же степени, в какой простые люди их боялись. Письма, содержащие его наблюдения, регулярно отправлялись в Академию Бордо, где их читали с живым интересом из-за их характера и новизны. Из

опубликованных *актов* этого органа мы узнаем, что первый воздушный змей, использованный де Ромасом, был поднят им 14 мая 1753 года. Однако эта попытка вызвала разочарование: никаких электрических проявлений обнаружено не было, хотя прошел дождь и намочил пеньковый шнур. Магистрат Нерака объяснил свою неудачу сопротивлением шнура и, подобно хорошему электрику, на удивление хорошему для того времени, решил улучшить его проводимость, обмотав тонкую медную проволоку по всей длине. Когда эта долгая и утомительная операция была завершена, он снова вышел в поле в ненастный день, где с помощью двух своих друзей поднял воздушного змея и вскоре получил снопы искр от намотанного на проволоку шнура. Это было 7 июня 1753 года. Эксперимент время от времени повторялся как для его собственного удовлетворения, так и для удовлетворения его помощников, а также для развлечения постоянно растущего числа восхищенных зрителей. Воздушные змеи длиной 7-1/2 фута и шириной 3 фута были подняты на 400 и даже 550 футов над землей, когда были нарисованы вспышки длиной девять футов и толщиной в дюйм, как говорится в отчете, с выстрелом из пистолета. Эффект, должно быть, был поистине впечатляющим. Воздушный змей удерживался шелковой лентой, прикрепленной к концу пенькового шнура.

Таким образом, *Акты* Академии Бордо подтверждают, что 14 мая 1753 года во Франции был впервые использован воздушный змей для электрических целей; с другой стороны, следует помнить, что Франклин запустил своего "воздушного змея-молнию" в июне 1752 года, почти годом ранее. Таким образом, что касается *факта*, филадельфийский философ не был предвиден судом Нерака.

От фактов перейдем к писаниям. Письмо Франклина Коллинсону, в котором он описывает электрического воздушного змея, датировано 19 октября 1752 года, в то время как письмо М. де Ромаса, на котором основано требование приоритета, было направлено им в Академию Бордо 12 июля 1752 года, тремя месяцами ранее. После длинного и интересного отчета о своих экспериментах с заостренными проводниками он завершает свое сообщение следующим образом:

"C'est là, Monsieur, ce qu'il y a de plus important, car j'aurais bien d'autres particularités à vous communiquer; mais ma lettre, devenue d'une excessive longueur, m'avertit de finir. Je me réserve de mettre au jour la dernière (quoiqu'elle ne soit qu'un jeu d'enfant) lorsque je me serai assuré de la réussite par l'expérience que je me propose d'en faire et que je ne négligerai pas."

По-английски это звучало бы так: "Таковы, сэр, наиболее важные моменты, которые я должен сообщить и к которым можно было бы добавить многие другие, если бы не чрезмерная длина этого письма, которое предупреждает меня, что пришло время завершить его. Я, однако, предам гласности последнюю из всех (хотя это всего лишь детская игрушка), как только удостоверюсь в ее успехе с помощью эксперимента, который я придумал и который не премину провести".

Слова в скобках — "хотя это всего лишь детская игрушка" — очень важны, поскольку именно на них, и только на них, было выдвинуто и поддержано требование о приоритете. Будет видно, что слово воздушный змей (*cerf-volant*) в письме не встречается, так что не может быть абсолютной уверенности относительно природы *jeu d'enfant*, которое имел в виду автор, хотя весьма вероятно, что имелся в виду воздушный змей. In his *Mémoire sur les moyens de se garantir de la foudre dans les maisons*, he says, after describing some experiments that he had made with pointed

rods: "Néanmoins toujours plein du désir d'augmenter le volume du feu électrique, il fallut chercher le moyen pour y parvenir. En conséquence, je me plongeai dans de nouvelles méditations. Enfin une demi-heure après, tout au plus, le cerf-volant des enfants se présenta tout à coup à mon esprit, et il me tardait de la mettre à l'épreuve. Par malheur, je n'en avais pas le temps." По-английски:

"Стремясь увеличить количество электрического огня, я начал придумывать какие-нибудь средства для достижения своей цели и вскоре был полностью поглощен этим предметом. Прошло не более получаса, прежде чем мне внезапно пришла в голову идея воздушного змея, и я с нетерпением ждал возможности попробовать его; но, к сожалению, в то время у меня не было достаточно свободного времени". Работа, в которой встречается этот отрывок, была опубликована в Бордо в 1776 году, вскоре после смерти автора. Де Ромас всегда утверждал, что идею воздушного змея он ни у кого не заимствовал, но что она пришла ему в голову во время экспериментов с заостренными проводниками.

Следует признать, что де Ромас не мог быть знаком с выступлением Франклина в июне 1752 года, когда он отправил в Академию Бордо свое письмо от 12 июля того же года, поскольку мы не можем предположить, что в век парусных судов подобные новости пересекли Атлантику и достигли безвестного провинциального городка на юго-западе Франции в течение месяца. С другой стороны, столь же маловероятно, что смутный намек на использование электрического воздушного змея, сделанный в Нераке 12 июля человеком, совершенно неизвестным, каким был де Ромас, обсуждался на берегах Шайлбилла до 19 октября, даты памятного письма Франклина Коллинсону. Более того, намек на "*jeu d'enfant*", а также само использование воздушного змея де Ромасом не смогли настолько привлечь внимание ученых его собственной страны, что он часто и горько жаловался вплоть до конца своей жизни, в 1776 году, на их упорное пренебрежение его претензиями на признание.

Из всего этого мы делаем вывод:

(a) Что "воздушный змей-молния" Франклина - не миф, поскольку эксперимент был проведен им в июне 1752 года и полностью описан им в памятном письме Питеру Коллинсону из Лондона, датированном 19 октября того же года:

(b) Что у де Ромаса независимо возникла идея использовать воздушного змея в электрических целях еще 12 июля 1752 года; но он не реализовал свою идею до 14 мая 1753 года; и, более того, ему не удалось получить никаких электрических проявлений до 7 июня 1753 года, тогда его успех был обусловлен, по крайней мере частично, его остроумной идеей обвить шнур тонкой медной проволокой. Следовательно, *всего хорошего*.

В заключение мы хотели бы сказать, что кардинальными и непреходящими достижениями Франклина являются:

(1) Его отказ от двухжидкостной теории электричества и замена ее одножидкостной теорией; (2) его введение соответствующих терминов *положительный* и *отрицательный* для обозначения избытка или дефицита обычной электрической жидкости; (3) его объяснение лейденской банки и, в частности, его признание первостепенной роли, которую играет стекло или диэлектрик; (4) его экспериментальная демонстрация идентичности молнии и электричества; и (5) его изобретение громоотвода для защиты жизни и имущества вместе с его четким заявлением о его профилактических и защитных функциях.

Если Франклин был хорошо знаком с электрическими явлениями, можно с уверенностью сказать, что его знания о природе человека были еще шире и глубже. Это постоянно встречается в его *автобиографии*, в его политических трудах, в деловых операциях и дипломатических отношениях.

Однажды, когда ожидалось его переизбрание на пост секретаря Генеральной Ассамблеи, один из членов комиссии произнес длинную речь против него. Франклин слушал со спокойствием, исполненным достоинства самообладанием; и после своего избрания, вместо того чтобы возмущаться противодействием провинившегося члена парламента, он решил, что было бы лучше обезоружить его антагонизм и завоевать его дружбу. С этой целью он направил члену ассамблеи вежливо сформулированную просьбу одолжить ему очень редкую книгу, которая была в его библиотеке. Книга была отправлена Франклину, который вернул ее в течение недели с благодарственной запиской, которая возымела желаемый эффект. Комментируя это событие, наш философ говорит, что "выгоднее удалить, чем возмущаться враждебным разбирательством".

Некоторые взгляды Франклина на общую политическую экономию кратко изложены в следующем отрывке: "В целом, кажется, что у нации есть только три способа приобрести богатство. Первый - *путемвойны*, как это делали римляне, грабя своего покоренного соседа; это *грабеж*. Второй - с помощью *коммерции*, которая, как правило, является *мошенничеством*. Третье - это *земледелие*, единственный *честный способ*, при котором человек получает реальное увеличение количества семян, брошенных в землю, в виде постоянного чуда, совершаемого рукой Бога в его пользу, в награду за его невинную жизнь и добродетельное трудолюбие".

Франклин утверждает свои религиозные убеждения во многих отрывках своей "Автобиографии", а также во многих случаях своей общественной жизни. Потрясенный взглядами "Тома" Пейна на фундаментальные религиозные истины, он говорит: "Я с некоторым вниманием прочитал вашу рукопись. Аргументом, который он содержит против конкретного Провидения, хотя вы допускаете общее Провидение, вы наносите удар по основанию всей религии. Ибо без веры в Провидение, которое осознает, охраняет и направляет и может благоволить конкретным людям, нет никакого мотива поклоняться Божеству, бояться Его неудовольствия или молиться о Его защите. Я не буду вступать ни в какое обсуждение ваших принципов, хотя вы, кажется, желаете этого. В настоящее время я только выскажу вам свое мнение о том, что, хотя ваши рассуждения очень тонки и могут возобладать над некоторыми читателями, вам не удастся изменить общее мнение человечества по этому вопросу; и следствием публикации этой статьи будет большая ненависть, навлеченная на вас, вред для вас и никакой пользы для других. Тот, кто плюет против ветра, плюет себе в лицо".

Этот афоризм напоминает о зрелой мудрости, содержащейся во многих высказываниях "Бедного Ричарда", поскольку Франклин был глубоким мыслителем, проницательным наблюдателем и оригинальным выразителем своей собственной философии. Продолжая, он обругал Пейна следующими благородными словами: "Но если бы вы добились успеха, неужели вы думаете, что это принесло бы какую-то пользу? Вам самому, возможно, будет легко вести добродетельную жизнь без помощи религии; у вас есть ясное представление о преимуществах добродетели и недостатках порока, и вы обладаете достаточной силой решимости, чтобы противостоять обычным искушениям. Но подумайте, какая большая часть человечества состоит

из слабых и невежественных мужчин и женщин и неопытной, невнимательной молодежи обоих полов, которые нуждаются в мотивах религии, чтобы удерживать их от порока, поддерживать в них добродетель и удерживать их в ее практиковании до тех пор, пока это не станет *привычным*, что является важным моментом для ее безопасности. И, возможно, вы изначально обязаны ей, то есть вашему религиозному воспитанию, теми добродетельными привычками, за которые вы теперь по праву цените себя. Вы могли бы легко продемонстрировать свои превосходные способности рассуждать на менее опасную тему и таким образом встать в один ряд с нашими самыми выдающимися авторами. Ибо среди нас нет необходимости, как среди готтентотов, чтобы юноша, воспитывающийся в обществе мужчин, доказывал свою мужественность избиением своей матери".

Франклин завершает это великолепное выражение своей религиозной веры торжественным предупреждением: "Поэтому я бы посоветовал вам не пытаться спустить тигра с цепи, а сжечь этот предмет прежде, чем его увидит кто-либо другой; этим вы избавите себя от большого унижения со стороны врагов, которых это может поднять против вас, и, возможно, от большого сожаления и раскаяния. Если люди так порочны с религией, кем бы они были без нее?"

Вера Франклина в кардинальную доктрину воскрешения тела хорошо выражена в эпитафии, которую он написал для себя в 1728 году, когда ему было двадцать два года. Он гласит

Тело
Of
Benjamin Franklin
Printer,
(Как обложка старой книги,
Содержимое которой вырвано
И лишено надписей и позолоты)
Лежит здесь, на корм червям.
Но работа не будет утеряна,
поскольку она (как он верил) появится еще раз
В новом и более элегантном издании,
исправленном
By
.

Однако, когда государственный деятель и философ был похоронен рядом со своей женой на кладбище Крайст-Черч в Филадельфии в 1790 году, на мраморной плите, отмечавшей могилу, не было никакой другой надписи, кроме имени Франклина и даты его смерти.

Осознавая огромную потерю, которую понесла страна в связи со смертью Франклина, Конгресс объявил всеобщий траур сроком на один месяц во всех четырнадцати штатах Союза; а Национальное собрание Франции объявило трехдневный общественный траур по примеру Мирабо, который сказал в своем обращении, что "Гений, подаривший свободу Америке и проливший потоки света на Европу, вернулся в лоно Божества. Древность воздвигла бы алтари тому смертному, который ради блага рода человеческого, охватывая своим обширным умом и небо, и землю, знал, как усмирить и гром, и тиранию".

Беглый мальчик-подмастерье 1723 года рождения оказался одним из самых уважаемых и выдающихся американцев своего времени. Обладая ровным характером и уравновешенным умом, он был невзрачен в одежде, прост в манерах, легок в обращении и дружелюбен ко всем. Успех, которого он достиг за свою долгую восьмидесятипятiletнюю карьеру, показывает, чего можно добиться, используя возможности, которые открываются перед каждым, сосредоточившись, исполняя долг и упорно преследуя цель. Он добился успехов в науке, литературе, дипломатии; он выступал за хорошее правительство и истинную свободу. Его имя нарицательно в его собственной стране, где памятники, учреждения и города сохраняют его для потомков.

ДОПОЛНЕНИЯ.

Воздушный змей-молния.

Полностью описано Франклином в письме Питеру Коллинсону из Лондона от 19 октября 1752 года.

Штубер в своем "Продолжении жизни доктора Франклина" и Пристли в своей "Истории электричества" утверждают, что Франклин провел эксперимент в июне 1752 года.

Сын Франклина, Уильям, никогда не отрицал эту историю, хотя и фигурировал в ней как активный персонаж.

Уильям Темпл Франклин, подготовивший к публикации работы своего деда, почти дословно приводит историю воздушного змея со слов Штубера.

Наконец, сам Франклин заявляет, что провел эксперимент: Мемуары, том I., стр. 164.

Франклин и де Ромас.

Июнь 1752 года: Франклин запускает воздушного змея в поле недалеко от Филадельфии.

12 июля 1752 г.: Письмо де Ромаса в Академию Бордо, в котором, вероятно, упоминается воздушный змей как *любимый*.

19 октября 1752 г.: Франклин описывает "воздушного змея-молнию" в письме Питеру Коллинсону из Лондона.

14 мая 1753 г.: де Ромас впервые использовал электрического воздушного змея в полях вокруг Нерака; результата нет.

7 июня 1753 года: Первый успех де Ромаса с его электрическим воздушным змеем.

Заостренный Проводник.

Предложено Франклином в письме Питеру Коллинсону из Лондона от 29 июля 1750 г.

Д'Алибар, следуя инструкциям Франклина, получает потоки разрядов из своего железного стержня высотой 40 футов в Марли, 10 мая 1752 года.

Де Лор добивается хороших результатов благодаря своему дирижеру высотой 99 футов, установленному над его домом в Париже 18 мая 1752 года.

Де Буффон добивается успеха со своей удочкой 19 мая 1752 года.

Франклин установил первый стержень над своим домом в Филадельфии в сентябре 1752 года. Он был сделан из железа с острым стальным наконечником, возвышавшимся на семь или восемь футов над крышей, другой конец был погружен на пять футов в землю. Франклин зарядил Лейденскую банку из своей удочки в апреле 1753 года. Профессор Рихман из Санкт-Петербурга был убит вспышкой от своего аппарата 6 августа 1753 года.

Брат Потамиан.

СНОСКИ:

[8] Научные труды Джозефа Генри, Том I., стр. 201.

[9] Часто упоминается как эксперимент Луллина.

[10] Каждый школьник знает, что электричество, которое проходило по шнуру воздушного змея, было получено не из облаков, а из-за их индуктивного воздействия на заостренный проводник, прикрепленный к воздушному змею. Кант называет Франклина "Современным Прометеем".

ГЛАВА IV.

Гальвани, Первооткрыватель животного электричества.



Aloisio Galvani

Хорошо известен факт, часто комментируемый в истории медицины, что Харви, первооткрыватель кровообращения, не сообщал общественности подробностей своего открытия в течение примерно двадцати лет после того, как впервые узнал о нем. Причина его задержки была двоякой. С характерным терпением настоящего исследователя в науке Харви хотел сам проработать детали своего открытия, прежде чем представить его публике, и хотел быть уверенным во всем, что он сможет сказать о нем, прежде чем передавать его в печать. У него не было, как, впрочем, и ни у кого из действительно великих первооткрывателей в науке, того сильного стремления к публичности, которое заставляет людей помельче бросаться в печать со своими зародышевыми открытиями или, чаще, со своими предполагаемыми открытиями в тот момент, когда они получают первый отдаленный проблеск новой истины или видят в своем разгоряченном воображении некий мираж отдаленного научного принципа, возможно, уже хорошо известного. Мелкие люди ссорятся из-за приоритета в мелких открытиях и с головой бросаются в печать, чтобы кто-нибудь не превосхитил их замечательное

наблюдение. Пример Харви вряд ли может быть оценен слишком высоко, поскольку, если ему последовать, это избавило бы научный мир от многих хлопот и избавило бы от необходимости брать назад многие вещи, которые были провозглашены во имя науки. К счастью, это стало правилом среди подлинных исследователей науки не из-за какого-либо намеренного подражания своим великим предшественникам, а из-за скромной уверенности в ценности их работы и искреннего желания усовершенствовать ее, прежде чем дарить миру.

Луиджи, или, как он сам предпочитал, чтобы его называли, Алоизио Гальвани, в честь молодого принца из дома Гонзага, канонизация которого сделала его святым. Алоизиус, который был его покровителем при крещении и любимцем при жизни, представляет собой интересный пример этой характерной черты действительно великого первооткрывателя в науке - спокойно ждать и добросовестно работать над полным подтверждением своих взглядов, прежде чем опубликовать их. Его замечательное терпение в достижении реального значения своего открытия, прежде чем обнародовать результаты своих исследований, является лишь типичной иллюстрацией скромного основательного ученого, каким он был. Раньше говорили, что открытие Гальвани подергивания лягушачьих лапок, которое побудило его заняться серьезными исследованиями животного электричества, было сделано более или менее случайно в 1786 году. Его взгляды на тему животного электричества не были официально опубликованы до появления его трактата "De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius" в восьмом томе "Воспоминаний института науки Болоньи", опубликованном в 1791 году. Это, по-видимому, указывает на то, что между его первоначальным наблюдением и публикацией его взглядов прошло всего пять лет. Даже этот интервал может показаться достаточно долгим для наших современных представлений о, по крайней мере, предполагаемой скорости научного прогресса, но теперь мы знаем из документов, имеющихся в распоряжении Института науки в Болонье, что за двадцать лет до публикации этого комментария Гальвани глубоко интересовался действием электричества на мышцы лягушек и усердно и плодотворно занимался в свободное время исследованиями по этому предмету.

Когда в книге "Создатели современной медицины",^[11] Я обратил особое внимание на тот факт, что практически все величайшие первооткрыватели в медицине сделали свое кардинальное открытие или, по крайней мере, далеко идущее наблюдение, которое открыло им особую исследовательскую карьеру, которая сделала их знаменитыми, еще до того, как им исполнилось тридцать пять, один из моих критиков усомнился в этом утверждении и предложил случай Гальвани. как явное исключение. Обычно предполагается, что его открытие подергивания лягушачьих лапок под воздействием электричества было сделано в 1786 году, когда ему было сорок девять лет. На самом деле, однако, его первые наблюдения были сделаны, и его внимание привлекла важность этого предмета, когда ему было едва ли больше тридцати. Его карьера действительно является ярким примером того, как рано в жизни приходит к нему работа великого человека, и все же она очень точно иллюстрирует терпение, с которым он посвящает себя ей, не стремясь к пустой репутации, которую можно получить от немедленного объявления, если он действительно обладает истинным духом научного исследователя.

Гальвани начал оригинальную работу высокого уровня в самом начале своей медицинской карьеры. Его дипломная работа о человеческом скелете, посвященная, в частности, формированию и развитию костей, привлекла немалое внимание. Она примечательна широтой взглядов, поскольку затрагивает различные вопросы, относящиеся к остеологии, с точки зрения физики и химии, а также медицины и хирургии. Этого было достаточно, чтобы

обеспечить ее автору место преподавателя анатомии в Болонском университете, помимо должности директора по преподаванию анатомии в Институте наук, вспомогательном учреждении. Здесь с самого начала курс Гальвани пользовался популярностью. Как мы отмечаем в другом месте, он не был беглым оратором, но он был одним из первых, кто ввел экспериментальные демонстрации своего предмета в свои лекции, и это сделало его преподавание очень привлекательным и привлекало толпы людей на его университетские курсы.

Однако работа Гальвани как анатома была посвящена гораздо больше сравнительной анатомии, чем изучению человека. Он выбрал птиц в качестве специального предмета своих первых исследований в этой области, и его монография о почках птиц привлекла широкое внимание ученых Европы. Как наиболее удаленные от человека теплокровные существа, эти существа всегда привлекали особое внимание и, совершенно независимо от какого-либо интереса к эволюции, были предметом специального исследования. Благодаря легкости, с которой их можно изучать на эмбриональных стадиях в инкубационном яйце, большинство особенностей их строения и развития в настоящее время очень хорошо известны. Почки птиц особенно интересны, потому что они представляют собой фазу, отличную от фазы развития человека. Таким образом, Гальвани выбрал одну из кардинальных или поворотных тем в сравнительной анатомии. Как он очень четко указал, почки птиц очень сильно различаются между собой, и интенсивная мышечная активность этого существа производит большое количество выделяемого материала, который необходимо утилизировать, и, следовательно, требует гораздо более активной функции почек, чем это происходит у большинства других классов животных. Гальвани изучал каждую деталь — сосуды, нервы, каналы — и почти обязательно указывал на множество новых моментов или добавлял доселе неизвестные детали.

Затем он посвятил себя изучению птичьего уха. Может показаться, что это не представляет особого интереса, поскольку слух не является одним из самых характерных качеств крылатых видов. Однако случилось так, что полукруглые каналы, которые у всех животных тесно связаны со слуховым аппаратом, у птиц чрезвычайно велики. Как следствие этого, слуховые структуры птиц приобретают такое же значение в сравнительной анатомии, как и почки у того же вида. После того, как Гальвани завершил свои исследования, он обнаружил, что его опередил другой великий итальянский анатом того времени, Антонио Скарпа (автор "Треугольника Скарпы в анатомии человека"), который впоследствии стал главным хирургом Наполеона. Гальвани тогда отказался от идеи опубликовать свою книгу, но опубликовал короткую статью, в которой он многое добавил к деталям и выводам Скарпы. Его дополнения касались, в частности, полукруглых каналов, которые, вероятно, являются органом направления, необходимость которого у этого вида для целей полета так легко понять. Он также с большой тщательностью описал единственную косточку, которая заменяет цепочку маленьких косточек, существующих в ушах млекопитающих, и указал, что форма этой кости и ее придатков позволяет ей выполнять, хотя и отдельно, все функции молотка, наковальни и стремени у людей.

Тщательное изучение Гальвани полукруглых каналов различных видов птиц, возможно, можно лучше оценить по тому факту, что он взял за правило точно измерять их размер по сравнению с полукруглыми каналами большинства других существ. Он обнаружил, что полукруглые каналы ястреба, например, были больше, чем соответствующие структуры у человека или даже у коровы или лошади. Поскольку эти последние животные во много сотен раз крупнее самых крупных птиц, становится очевидным особое значение каналов у птиц. У некоторых птиц, как он

указал, эти структуры не являются полукругами и вообще не имеют круглой формы, а принимают гораздо большую форму эллипса, и, действительно, иногда дуга искривления эллипса довольно острая. Однако он, по-видимому, не имел ни малейшего намека на функцию, которую мы в наше время приписываем этим структурам, а именно на контроль за направлением и равновесием, и обсуждает на своей довольно энергичной латыни, какое физиологическое значение они могут иметь в отношении слуха. Он думает, что они что-то добавляют к остроте слуха и, по-видимому, подразумевают, что у птиц, быстро летающих по воздуху, существовала необходимость в более совершенном слуховом аппарате, чем у других существ, и что это было причиной огромного развития их полукруглых каналов.

В то время наука сравнительной анатомии только начинала привлекать к себе широкое внимание. Джон Хантер из Лондона проделал огромную работу в этом направлении, которая поставила его в первый ряд авторов в области биологии и собирателей важных фактов во всех науках, связанных с анатомией и физиологией. Таким образом, работа Гальвани над птицами сделала его пионером в области биологических наук, которым предстояло привлечь так много внимания в девятнадцатом веке. Его экспериментальная работа в области сравнительной анатомии, какой бы странной она ни казалась, и, по-видимому, неожиданной, привела его в область электричества благодаря наблюдению определенных явлений животного электричества и воздействия электрических токов на животных.

Как и многие другие великие открытия в науке, часто говорят, что первое увлечение Гальвани животным электричеством было результатом счастливой случайности. Конечно, в таких случаях легко говорить о несчастных случаях. Архимед и его ванна; падение яблока для Ньютона; наблюдение Лаэннека за мальчиками, постукивающими по бревну во дворе Лувра, и быстрое проведение звука, из которого он почерпнул идею изобретения стетоскопа; падение лорда Кельвина и демонстрация ему, как в луче света можно получить невесомую рукоятку для его электрометра, — все это можно назвать счастливыми случайностями, если хотите. Однако без изобретательного научного гения, готового воспользоваться ими, эти несчастные случаи не были бы подняты на более высокий уровень важных событий в истории науки. Эти явления, вероятно, происходили на глазах у людей сотни раз прежде, но не было великого ума, готового воспринять предложенные семена мысли или следовать выводам, столь очевидно указанным. Наблюдение Гальвани за подергиванием мышц лягушки под воздействием электричества можно назвать одной из счастливых случайностей научного развития, но именно собственный гений Гальвани сделал эту случайность счастливой.

Есть две истории, рассказанные о методе первого наблюдения в этом вопросе. Обе они делают его жену важным фактором в открытии. Согласно популярной, но менее достоверной версии истории, Гальвани занимался приготовлением лягушачьих лапок в качестве особого лакомства для своей жены, которая была больна и очень любила это лакомство. Он был настолько высокого мнения о ней, что делал это сам, в надежде, что таким образом она с большей готовностью поддастся искушению съесть их. Занимаясь этим, он обнажил крупный нерв на задних лапах животного и в то же время рассек кожу, покрывающую мышцы. При этом он коснулся нервно-мышечного препарата, как это стало называться, скальпелем и щипцами одновременно, в результате чего возникли подергивания. Пока он искал причину этих подергиваний, ему пришла в голову идея животного электричества.

Другая часть этой истории рассказана чуть позже собственными словами Гальвани в анализе его монографии о животном электричестве. Он не упоминает в нем свою жену, но существует предание, что она присутствовала в лаборатории, когда впервые было замечено явление подергивания лягушачьих лапок, и действительно, именно она привлекла его внимание к этому любопытному событию.

Она была женщиной с хорошо развитым интеллектом, и общение с отцом, а также с мужем позволило ей хорошо познакомиться с анатомией и физиологией того времени. Она поняла, что произошедшее было совершенно необычным. Говорят, что она даже предположила их возможную связь с присутствием и действием электрического аппарата. Затем муж и жена вместе с помощью серии наблюдений определили, что всякий раз, когда аппарат не использовался, явления конвульсивных движений лягушачьих лапок не происходило, несмотря на раздражение скальпелем. Однако всякий раз, когда электрический аппарат работал, всегда имело место рассматриваемое явление. Согласно любой из версий, если мы примем традиции в этом вопросе, мадам Гальвани сыграла важную роль в открытии.

Самым важным вкладом Гальвани в науку, несомненно, является его *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius* — Комментарии к электрическим силам в их связи с мышечным движением. Как и многие другие эпохальные вклады в науку, это небольшая работа, но в его собрании сочинений издания 1841 года она занимает в общей сложности шестьдесят четыре страницы, объемом едва ли более двухсот пятидесяти слов на страницу. Всего в нем, вероятно, не более пятнадцати тысяч слов. Первоначально она была опубликована в восьмом томе "Воспоминаний института науки в Болонье" в 1791 году, но ее перепечатка с некоторыми изменениями была выпущена в Модене в следующем году. Это моденское издание, опубликованное Societa Typographica, было снабжено комментариями профессора Джованни Альдини, который также написал сопроводительную диссертацию "De Animalis Electricae Theoriae Ortu Atque Incrementis", посвященную возникновению и развитию теории животного электричества. В этом томе было также опубликовано письмо Гальвани профессору Карминати на итальянском языке, посвященное происхождению животного электричества. Эти два издания являются источниками, к которым мы должны обратиться за тем, что Гальвани пытался донести до нас в отношении животного электричества.

Этот небольшой том состоит из четырех частей: первая из которых посвящена рассмотрению воздействия искусственного электричества на мышечные движения; вторая - влиянию атмосферного электричества на мышечные движения; третья - влиянию животного электричества на мышечные движения; а четвертая состоит из ряда гипотез и некоторых выводов из его наблюдений. Организация работы, как легко можно понять из этого, является полностью научной. Гальвани переходит от того, что было наиболее известным и очевидным, к тому, о чем он знал меньше, пытаясь расширить границы знаний, а затем предлагая выводы, которые можно было бы сделать из его работы, и предлагая ряд намеков относительно возможного значения многих явлений, которые могли бы послужить суггестивным материалом для дальнейших экспериментов в том же направлении. Несмотря на запретность латыни для современного ученого, как правило, эта небольшая работа вполне достойна изучения из-за ее в высшей степени научного метода и превосходных доказательств того, как серьезные исследователи науки подходили к научной диссертации до начала девятнадцатого века.

Первый абзац этой диссертации имеет такое фундаментальное значение, поскольку он представляет первичную работу, сделанную в области животного электричества, что мне показалось достойным представить его целиком. Оригинальный латинский текст, с которого сделан перевод и из которого можно получить хорошее представление о латинском стиле Гальвани, приведен в примечании.^[12]

"Я препарировал лягушку и подготовил ее, как показано на рисунке 2 пятой таблицы (на которой показан нервно-мышечный препарат), и поместил ее на стол, на котором стояла электрическая машина, в то время как я приступил к выполнению некоторых других действий. Лягушка была полностью отделена от проводника машины и действительно находилась от него на немалом расстоянии. В то время как один из тех, кто помогал мне, слегка и случайно прикоснулся острием своего скальпеля к внутренним нервам голени лягушки, внезапно было видно, что все мышцы ее конечностей были так сокращены, что, казалось, они впали в тонические конвульсии. Другой мой ассистент, который готовился провести со мной определенные эксперименты по электричеству, по-видимому, заметил, что это произошло только в тот момент, когда из проводника машины вырвалась искра. Он был поражен новизной этого явления и немедленно заговорил со мной об этом, так как я в тот момент был занят другими вещами и мысленно поглощен ими. У меня сразу же возникло искушение повторить эксперимент, чтобы прояснить все, что могло быть в нем неясным. С этой целью я взял скальпель и поднес его острие вплотную к тому или иному нерву голени лягушки, в то время как один из моих ассистентов добивался искр из электрической машины. Явление произошло точно так же, как и раньше. Сильные сокращения происходили в каждом мускуле конечности, и в тот самый момент, когда появились искры, животное было охвачено как бы столбняком".

Затем Гальвани подробно объясняет, как он проводил наблюдения за контрольными лягушками в моменты, когда не было электрических искр, и решил, что контакт со скальпелем эффективен для вызывания подергиваний только при одновременном появлении электрической искры. Он также отметил, что иногда схватки не происходили, несмотря на выполнение упомянутых условий. Он объяснил это усталостью. Затем он приступил к разнообразию эксперимента многими способами, уменьшая размер скальпеля, увеличивая и уменьшая размер электрической машины и изменяя метод препарирования лягушки, чтобы точно определить, в чем заключается значение этого явления. В общем, можно сказать, что это исследование показывает Гальвани как одного из самых осторожных экспериментаторов, хотя его часто называли скорее теоретиком, чем наблюдателем.

Брат Потамиан обратил мое внимание на очень интересное предвосхищение оригинального эксперимента Гальвани, проведенного задолго до него великим натуралистом, история которого служит доказательством того, что открытия, сделанные до своего времени, то есть до того, как люди будут готовы последовать за ними, не привлекают внимания. Во втором томе работ голландского натуралиста Сваммердама, страница 839, можно найти следующий отрывок:^[13] "Другой эксперимент, который одновременно очень любопытен и наводит на размышления, можно провести, если отделить самую большую из мышц бедра лягушки и таким образом подготовить ее вместе с прилегающим нервом, чтобы не повредить ее. Если после этого вы возьмете сухожилия этой мышцы, по одному в каждой руке, и раздражите висячий нерв маленькими щипцами или другим инструментом, мышца восстановит прежнее движение, которое она утратила. Вы сразу увидите, что она сокращается и что будет предпринято усилие, так сказать, свести вместе две руки, которые держат ее сухожилия. Это я продемонстрировал в

1658 году прославленному герцогу Тосканскому, царствовавшему тогда, когда он был в тот момент в состоянии духа, которое побудило его не благоволить мне. Этот же эксперимент можно повторять с той же мышцей так часто и так долго, пока какая-либо часть нерва остается неповрежденной, так что мы можем, следовательно, раздражать мышцу до ее прежнего сокращения так часто, как пожелаем".

Как основополагающая классика в области электричества, "De Viribus Electricitatis" Гальвани заслуживает более подробного анализа. Первая часть монографии посвящена экспериментам многих видов, с тем, что можно назвать искусственными источниками электричества — электрической машиной, лейденским сосудом, и другими способами развития электротехники. Во второй части рассматривается влияние атмосферного электричества на мышечные движения, под которым Гальвани подразумевает молнию, хотя он также наблюдал различные электрические проявления в мышцах своих лягушек, когда настоящей молнии не было, а только затемнение небес, без фактического прохождения вспышки тока от одного облака к другому или от облаков к земле. В этом вопросе Гальвани проявил не только мужество, но и терпеливую наблюдательность. Он знал о судьбе Рихмана, русского ученого, который был насмерть поражен ударом молнии во время проведения экспериментов, мало чем отличавшихся от других, и все же он осмелился установить громоотвод на самой высокой точке своего дома и к этому проводу прикрепил провод, который тянулся вниз, в его лабораторию. Во время шторма он подвешивал к этой металлической цепи с помощью своих седалищных нервов подготовленные для этой цели лягушачьи лапки и лапы других животных. К ногам животных он прикрепил еще один провод, достаточно длинный, чтобы доставать до дна колодца, таким образом заземляя цепь.

Не удовлетворившись этим исследованием влияния молнии и сильных электрических возмущений в воздухе на приготовление лягушки в том виде, в каком он ее приготовил, Гальвани приступил к выяснению, не могут ли даже незначительные различия в электрическом потенциале, возникающие в течение дня в атмосферном электричестве, вызвать, даже в хорошую погоду, определенные сокращения мышц лягушки. Он проводил свои наблюдения в течение многих дней в разное время и при различных условиях освещения и тени, жары и холода, но ничего не обнаружил. Время от времени происходили сокращения, но они не имели определенного отношения к изменениям в атмосфере или электрическому состоянию атмосферы. Гальвани убедился в этом очень тщательно и с терпением и усердием, достойными подражания со стороны сотрудника современного университета, работающего над фундаментом для решения конкретного вопроса.

Третья часть работы является самой важной и самой длинной и содержит идеи, которые являются оригинальными для Гальвани, но которые встретили наибольшее противодействие в его время и были должным образом оценены только в последние годы. Гальвани пришел к выводу, что существует такая вещь, как животное электричество. Это привело к известной полемике с Вольтой, в ходе которой их современники рассудили, что Гальвани пришлось хуже всех; но, как это часто бывает, их преемники столетие спустя рассудят, что взгляды Гальвани больше соответствовали тому, что мы знаем в настоящее время. Критика всегда дается легче, чем научный прогресс, и в споре обычно заручается согласием читателей тот, кто пишет наиболее убедительно, а не тот, кто мыслит наиболее глубоко. Это делает споры в вопросах науки всегда прискорбными, поскольку они гораздо больше замедляют научный прогресс, чем помогают ему.

В конце этой главы, посвященной животному электричеству, Гальвани настаивает, что то, что он пишет, полностью является результатом эксперимента, и что он всячески пытался проводить свои эксперименты с совершенно критической точки зрения. Те, кто повторит его наблюдения, убедятся, что это правда, хотя он признает, что бывают моменты, когда недостаточно понятные условия, кажется, препятствуют результатам, которые он обычно получал.

Четвертая часть его комментария посвящена определенным предположениям, как он их называет, и некоторым выводам из его работы. В этом он предлагает использовать электричество для лечения некоторых нервных заболеваний, и особенно для лечения различных форм паралича. Ранее предлагалось использовать электричество в таких случаях, и Бертолинус рассказал историю о пациентах, которые были совершенно неспособны двигаться и которые пришли в себя после того, как побывали по соседству, где ударила молния. Умам врачей того времени это, должно быть, казалось положительным доказательством целебной ценности молнии и, следовательно, электричества при паралитических состояниях. Средство было героическим, если не сказать определенно рискованным, но в его хорошем эффекте сомневаться не приходилось. К сожалению, как это всегда бывает в медицинских вопросах, реальный вопрос, о котором идет речь в этих случаях, заключается не столько в ценности лекарства, сколько в правильности диагноза. Паралич, в смысле неспособности использовать одну или несколько конечностей, может быть вызван многими причинами. Существует ряд форм функционального или истерического паралича, то есть неспособности использовать определенные группы мышц, не зависящей от какого-либо органического поражения, но от некоторого странного состояния нервной системы, которое может полностью исчезнуть и которое, действительно, по-видимому, зависит от душевного состояния пациента. Несколько так называемых паралитических пациентов были вылечены в результате землетрясения в Сан-Франциско; некоторых каждый год заставляют делать, казалось бы, невозможное; они встают и ходят из-за шока, вызванного пожаром или грабителями. Теперь мы знаем, что электрическое состояние человека очень тщательно защищено от воздействия внешних электрических сил. То, что начал Гальвани, принесло плоды скорее в диагностике, чем в лечении, так что его пророчество полностью сбылось. "Применение этого метода может пролить свет на предмет, а опыт может помочь нам понять это".

Среди своих выводов Гальвани намекает на то, что электричество может исходить не только от облаков во время электрических возмущений, но и от самой земли, и что это может влиять на живые существа. Таким образом, он предполагает, что такие электрические изменения могут влиять на рост растений и животных и на их здоровье. Он добавляет предположение о том, что может существовать какая-то тесная связь между электрическими явлениями и землетрясениями, и предполагает, что в странах, где землетрясения часты, следует проводить наблюдения с помощью лягушачьих конечностей, чтобы увидеть, не может ли произойти какого-то определенного изменения в электрических условиях атмосферы до и во время землетрясения. Похоже, у него была какая-то идея о том, что странные ощущения, которые иногда возникают у людей перед землетрясением, хотя они кажутся еще более заметными у животных, могут быть вызваны этим изменением атмосферного электричества.^[14]

Мы склонны думать, что новости о научных открытиях медленно распространялись по Европе в восемнадцатом веке. В этих набросках электриков содержится множество свидетельств обратного, и случай Гальвани - один из самых ярких. О том, какое внимание привлекло открытие Гальвани и как быстро определенные подробности о нем распространились на другой конец

Европы, можно судить по тому факту, что в 1793 году мистер Ричард Фаулер опубликовал в Эдинбурге небольшую книгу под названием "Эксперименты и наблюдения относительно влияния, недавно открытого М. Гальвани, и обычно называемого животным электричеством".^[15] В этой небольшой книге, которую можно увидеть в Общей библиотеке хирургов, Вашингтон, и в библиотеке Американского института инженеров-электриков, Нью-Йорк, подробно описывается большое количество экспериментов, которые Фаулер проводил в течение предыдущего года или более, так что работа Гальвани, должно быть, попала к нему в течение нескольких месяцев после ее публикации. Фаулер упоминает тот факт, что Гальвани за много лет до этого был занят изучением электрических рыб, особенно *торпеды*, *gymnotus electricus* и *silurus electricus*. Он также упоминает любопытное наблюдение Котуньо, который за несколько лет до этого получил удар током от мыши, препарирова маленькое животное, из которого становится ясно, что воображение сыграло определенную роль в появлении новых идей относительно животного электричества.^[16]

Но прежде чем его открытие привлекло столько внимания, Гальвани должен был разобраться с ним, и в этом заслуга этого человека.

Почти нет необходимости говорить, что эти эксперименты на лягушках не были проведены за несколько дней или недель. Гальвани приходилось выполнять свои обязанности профессора анатомии помимо обязанностей, возложенных на него как на занятого специалиста в области медицины и хирургии. В то время было далеко не так принято, как сейчас, использовать лягушек для экспериментов с мыслью, что могут быть получены выводы, представляющие ценность для биологических наук в целом и особенно для медицины. Всегда существовало такое скрытое ощущение, что подобные эксперименты были более или менее пустым звуком. Гальвани обнаружил, что это противоречит не только его взглядам на животную электроэнергию, изложенным после экспериментальной демонстрации, но и вызвало немало насмешек из-за предполагаемой пустой траты времени на занятия, которые, как можно было ожидать, не приведут к каким-либо практическим результатам. У ученых было принято несколько презрительно посмеиваться над его терпеливой настойчивостью в изучении каждой детали электрического воздействия на лягушку, и один из предположительно выдающихся ученых того времени даже окрестил его "мастером лягушачьих танцев". Это, однако, не удержало Гальвани от его работы, хотя некоторые горькие высказывания, должно быть, оказались достаточно резкими и могли бы обескуражить человека поменьше ростом, менее уверенного в научной ценности работы, которую он выполнял.

Его отношения с пациентами — поскольку на протяжении всей своей карьеры он продолжал практиковать, особенно в хирургии и акушерстве, — носили самый дружелюбный характер. Хотя его звание профессора университета давало ему много возможностей для практики среди богатых, он всегда был готов помогать бедным и, действительно, казалось, чувствовал себя более комфортно среди бедных пациентов, чем в обществе богатых и знатных. Даже к концу своей жизни, когда потеря многих друзей, и особенно жены, заставила его уйти в себя гораздо больше, чем раньше, он продолжал проявлять свое профессиональное мастерство на благо бедных, хотя часто отказывался браться за дела, которые могли бы принести ему значительную выгоду. В молодости, когда он был очень занят между своей профессорской работой и своей практикой, он не раз замечал, отказываясь браться за дела богатых пациентов, что у них есть деньги, чтобы нанять других врачей, в то время как у бедных их нет, и он предпочел бы уделить немного времени своим услугам для них. Будучи больным и несчастным к концу своей жизни, он

все еще продолжал свою практику и был особенно готов проводить свое время с бедными. Он сам умирал, как говорит один из его биографов, когда встал с постели больного, чтобы навестить умирающую женщину, которая послала за ним.

Он был одним из самых популярных профессоров, которые когда-либо были в Болонском университете. Он не был оратором в обычном смысле этого слова, но он был прирожденным учителем. Источником энтузиазма, который он вызывал у своих слушателей, несомненно, была его собственная любовь к преподаванию и сила, которая давала ему возможность выражать даже сложные проблемы простым, незамысловатым языком. Больше, чем кто-либо из его коллег, он понимал, что эксперименты и демонстрации должны быть реальной основой преподавания естественных наук. Соответственно, очень немногие из его лекций были прочитаны без использования этих материалов, помогающих привлечь внимание. Кроме того, он был известен как человек, который с удовольствием отвечал на вопросы и был совершенно откровенен относительно ограниченности своих знаний всякий раз, когда на предложенный вопрос нельзя было дать реального ответа. Хотя он был первооткрывателем первого ранга, он был чрезвычайно скромным, особенно когда рассказывал о деталях своих открытий или связанных с ними предметах.

Гальвани не был хорошим оратором, хотя, похоже, был хорошим учителем. В нем было мало той легкости, которая легко завоевывает друзей и позволяет человеку блистать заимствованным блеском знаний, зачастую довольно поверхностных. То, что он сказал, почти наверняка имело очень серьезный смысл. Хотя нет никаких сомнений в том, что Гальвани был гением, в том смысле, что он был одним из немногих, кто переступил границу неизвестного и проложил путь, по которому другим легко следовать, достигая доселе непроходимых областей человеческих размышлений, у него также было то, что, несомненно, является главным элементом таланта, поскольку он в высокой степени обладал способностью к тяжелой работе. Для этого он очень тщательно регулировал часы своего труда. Только так он мог достичь того, что он сделал. Не следует забывать, что он преподавал анатомию и акушерство в Болонском университете и, как это ни удивительно, хорошо справлялся с обеими этими задачами. Помимо хорошей работы в области сравнительной анатомии и физиологии, он проводил оригинальные исследования высокого порядка. Несмотря на все это, что казалось бы достаточным занятием для любого человека, он был в состоянии продолжать довольно требовательную практику.

У него было не так много друзей, но те, кому он признавался в своей близости, были связаны с ним стальными обручами, вошедшими в поговорку. С двумя мужчинами в Болонье он проводил большую часть своего досуга. Это были доктор Хулио Сесаре Чингари, выдающийся врач города, и известный астроном, заведовавший кафедрой астрономии в университете, Франсиско Саккетти. С ними он провел много приятных часов, и неделя за неделей они встречались в гостях друг у друга, чтобы обсудить научные вопросы и более легкие темы дня. Гальвани пользовался глубоким уважением всех членов профессорско-преподавательского состава Болоньи, хотя он не искал много друзей и, действительно, вероятно, был бы более или менее возмущен вторжением знакомых из-за времени, которое это отняло бы у него. Он был очень замкнутым человеком, совершенно не заботящимся о светской жизни и меньше всего о той личной славе, которая так хорошо определяется как известность тех, кого человек не знает. Счастье в жизни пришло к нему благодаря работе и семейным отношениям. Его жена была одной из тех замечательных женщин, более редких, чем следовало бы, хочется сказать, которые достаточно заинтересованы в интеллектуальной работе своих мужей, чтобы добавить остроты

открытиям при обсуждении этого вопроса с ними, и которые, тем не менее, понимают, что, сводя к минимуму мелкие жизненные заботы, они могут наилучшим образом помочь своим мужьям.

Очень интересный этап университетской жизни Италии того времени раскрывается в двух важных эпизодах университетской карьеры Гальвани. Одним из его профессоров — кстати, одним из тех, к кому он, по-видимому, питал большое уважение и чьим лекциям уделял большое внимание, - была Лаура Катерина Мария Басси, выдающаяся женщина-профессор философии Болонского университета примерно в середине восемнадцатого века. Несомненно, именно ее учению Гальвани отчасти обязан своим основательным консерватизмом в философских рассуждениях, консерватизмом, который сослужил ему большую службу позже в жизни, среди ультрарадикальных принципов, вошедших в моду незадолго до и во время Французской революции. Мадам Басси, похоже, оказала на него благотворное влияние не только во время его студенческой карьеры, но и позже в жизни, поскольку она была женой известного врача из Болоньи, и Гальвани часто общался с ней в годы ее работы в университете.

Как, возможно, и следовало ожидать, учитывая, что его собственная счастливая семейная жизнь показала ему, что образованная женщина может быть центром интеллектуального влияния, Гальвани, похоже, не испытывал ни малейшего сопротивления даже высшему образованию для женщин. Это очень хорошо иллюстрируется первой официальной лекцией из его курса анатомии в университете, предметом которой были модели преподавания анатомии, созданные мадам Манзолини.^[17] В начале восемнадцатого века мадам Манзолини была профессором анатомии в Болонском университете, и для того, чтобы сделать преподавание этого сложного предмета более простым и определенным, она с большой тщательностью и тонким вниманием к каждой детали смоделировала набор восковых фигур, которые на некоторое время заменили человеческое тело. демонстрационные цели, по крайней мере, в начале анатомического курса.

Гальвани, приступая к работе лектора по анатомии, оценил, насколько такой набор моделей облегчит введение в анатомию, но в то же время не снизит ее точности, и соответственно познакомил своих студентов с набором моделей мадам Манзолини в своей самой первой лекции. В то время немало преподавателей анатомии в итальянских университетах были склонны рассматривать использование этих моделей как довольно женоподобный поступок. Отсутствие у Гальвани предубеждений в этом вопросе показывает готовность человека принимать лучшее, где бы он его ни находил, невзирая на личности или чувства.

Личный характер Гальвани был очень приятным, но в то же время довольно серьезным. Его панегирист, профессор Джузеппе Вентуроли, в панегирике Гальвани, произнесенном в Общественной академии Болонского института (1802) через пять лет после смерти Гальвани, говорит, что Гальвани был далек от той холодности или отсутствия интереса, которые иногда характеризуют ученых в их общественных отношениях и которые, как он наивно говорит, иногда восхваляются, а иногда порицаются теми, кто пишет о них. Более интересна другая сторона характера Гальвани. Он был готов сделать все, что в его силах, для бедных. Он руководил своей акушерской клиникой с особой щедростью и милосердием, которые заслуживают упоминания. Если учесть, сколько времени отнимали у него преподавание и благотворительность, довольно удивительно обнаружить, что у него оставалось достаточно времени, чтобы с таким успехом

посвятить себя трудным задачам, которые он ставил перед собой в исследованиях, и трудоемким спорам, которые заняли много лет после объявления о его открытиях.

Самое яркое доказательство безупречной добросовестности, с которой он относился к своим жизненным обязанностям, можно найти в его поведении после создания так называемой Цис-Альпийской республики в Италии. Это было правительство, созданное исключительно силой оружия, поддерживаемое благодаря французскому влиянию, без согласия народа, и явная узурпация прав предыдущего правительства. Гальвани считал себя связанным долгом перед властью, под властью которой он прожил всю свою предыдущую жизнь и которой поклялся в верности. Когда Болонский университет был реорганизован при новом правительстве, первым требованием всех тех, кто стал профессорами, было принести присягу на верность новому правительству. Он отказался это сделать. Его мотивы легко понять, и хотя практически все остальные профессора университета приняли присягу, он не считал, что это освобождает его от добросовестных обязательств в данном вопросе.

Соответственно, он был исключен из списка профессоров и лишен никогда не отличавшегося большой зарплатой, которую он получал на этой кафедре. От этой суммы практически зависело его существование, и он начал страдать от нужды. Хотя он успешно практиковал медицину, особенно хирургию, он всегда был очень либеральным и тратил большие суммы денег на демонстрации для своих лекций и личные эксперименты, а также на материалы для музеев Университета. Он начал страдать от реальной нужды, и друзьям пришлось прийти на помощь. Однако он отказался отбросить свои угрызения совести в этом вопросе и принять профессорскую должность, которая все еще была для него открыта. Наконец, по прошествии двух лет влияние на новое правительство было оказано, и Гальвани было разрешено занять свою кафедру в университете без принесения присяги на верность. Однако эта дань уважения была оказана слишком поздно, и вскоре после восстановления в должности профессора он умер.

Поведение Гальвани в этом деле является ключевой чертой его характера и поведения в жизни. Для него главным словом был долг, а успех означал выполнение долга. Преуспевание в мире и материальные награды были ему ни к чему, если только они не являлись следствием выполненного долга. Его действия в вопросе о профессорском звании в Университете, конечно, много обсуждались его биографами.

Его восхвалитель, профессор Вентуроли, которого мы уже цитировали и чей панегирик можно найти в полном издании работ Гальвани, выпущенном в Болонье в 1841 году,^[18] многое может сказать о религиозных чувствах Гальвани.

Он говорит: "Великий основатель электричества был глубоко религиозен, и его благочестие облакало сердце, которое было не менее любящим и чувствительным к привязанностям, чем бесстрашным и отважным. Когда его призвали принести гражданскую присягу в формуле, состоящей из двусмысленных слов, он не считал, что должен по столь серьезному поводу позволять себе что-либо, кроме ясного и точного выражения своих чувств, какими бы честными и прямолинейными они ни были. Отказываясь воспользоваться предложением изменить присягу каким-либо заявлением, отличным от предписанной формулы, хотя все еще можно было бы считать, что он принес присягу, он постоянно отказывался прибегать к каким-либо подобным уловкам. В наши обязанности здесь не входит спрашивать, был ли его вывод правильным или нет. Он следовал голосу своей совести, который всегда должен быть мериллом

долга, и, конечно, было бы ошибкой отклониться от него. Грустно думать, что этот великий человек, лишенный своего положения, увидел себя, по крайней мере на мгновение, подвергнутым опасности завершения своей карьеры, лишенным награды, которую он так щедро заслуживал и которую его прошлые заслуги перед государством и Университетом дали ему столь справедливое звание. Это тем более печально, когда мы осознаем, что превратности судьбы, связанные с его хрупким здоровьем, намного превышающим его возраст, теперь сделали такую компенсацию вдвойне необходимой. Однако приятно вспомнить благородную твердость, с которой он выдержал столь серьезный удар. Его мужество тем более достойно восхищения, что можно видеть, насколько оно абсолютно лишено аффектации. Он не был показным в своей доброте и не позволял себе быть подавленным неблагоприятными условиями, но постоянно сохранял среди неблагоприятной судьбы то скромное, невозмутимое и достойное поведение, которое всегда характеризовало его в разгар процветания и славы".

То, что его действия в этом вопросе были по достоинству оценены современниками и что моральное влияние его примера не было утрачено, можно понять из выражений, использованных Алибертом, генеральным секретарем Медицинского общества подражания, в историческом обращении о Гальвани, с которым он выступил перед этим обществом в Париже в 1801 году:

"Гальвани постоянно отказывался приносить гражданскую присягу, требуемую указами Альпийской Республики. Кто может винить его за то, что он последовал голосу своей совести — тому священному, внутреннему голосу, который один предписывает обязанности человека и который предшествовал всем человеческим законам? Кто не мог бы похвалить его за то, что он пожертвовал всем таким образцовым смирением, всевознаграждением за свою профессорскую деятельность, вместо того чтобы нарушить торжественные обязательства, данные с религиозной санкции?"

В том же панегирике есть очень любопытный отрывок, касающийся привычки Гальвани часто заканчивать свои лекции обращением внимания на сложность и в то же время целенаправленность природных явлений и неизбежным выводом о том, что они, должно быть, были созданы с определенной целью Высшим Существом, обладающим разумом. В то время, когда Алиберт писал свои мемуары, было модно считать, по крайней мере во Франции, что христианство ушло в прошлое и что, хотя теизм может сохраниться, это будет все, что, как можно ожидать, переживет разрушительный эффект эмансипации человека.

Он говорит: "Мы уже видели, каково было рвение Гальвани и его любовь к религии, которую он исповедовал. Мы можем добавить, что в своих публичных выступлениях он никогда не заканчивал своих лекций, не призывая своих учеников к обновлению их веры, постоянно возвращая их к идее вечного Провидения, которое развивает, сохраняет и заставляя жизнь течь среди стольких различных видов вещей. Я пишу сейчас, - продолжает он, - в век разума, терпимости и света. Должен ли я тогда защищать Гальвани в глазах потомков за одно из самых прекрасных чувств, которые могут проистекать из природы человека? Нет; и они лишь мало посвящены в более разумный механизм философии, если отказываются признавать истины, установленные на столь веских и достоверных доказательствах. *Отрывки из книги хаустуса "Философия и атеизм", "лонгиорес от начала до конца"*" Небольшие глотки философии приводят к атеизму, но более длительные глотки возвращают человека к Богу" — (что, возможно, лучше перевести для английских читателей хорошо известными строками Поупа:

"Немного знаний [в философии] — опасная вещь; пейте поглубже или не прикасайтесь к пиерианскому источнику").

Сограждане Болоньи почитают Гальвани как одного из величайших горожан, а Университет - как одного из ее достойнейших сыновей. В 1804 году в его честь была отчеканена медаль, на обратной стороне которой, вокруг фигуры гения науки, были две надписи: "Mors mihi vita", "Смерть для меня - жизнь", и "Spiritus intus alit", "Дух действует внутри", которые были любимыми выражениями великого ученого при жизни и являются живыми символами духа, который одушевлял его. В 1814 году ему был установлен памятник во дворе Болонского университета. Его венчает его бюст, выполненный самым выдающимся болонским скульптором того времени Де Марией. На постаменте изображены две фигуры в виде барельефа, выполненные одним и тем же скульптором, которые олицетворяют религию и философию, вдохновляющий гений жизни Гальвани.

Перед смертью он попросил, как и его любимый поэт Данте, чья Божественная комедия была одним из удовольствий жизни и, прежде всего, одним из утешений в трудные времена, быть похороненным в скромном одеянии члена Третьего ордена Святого Франциска. Говорят, что он ценил свое общение с сыновьями "бедного маленького человека из Ассизи" больше, чем множество почетных стипендий различного рода, которые были присуждены ему научными обществами по всей Европе. Вместе с ним ушел из жизни один из великих пионеров современной науки и один из самых привлекательных людей за всю историю науки. Его смерть наступила незадолго до конца восемнадцатого века, 4 декабря 1798 года, но его работе было суждено стать одной из предвестниц великого периода развития электротехники.

СНОСКИ:

[11] Издательство Фордемского университета, 1906.

[12] Сначала рассмотрим, как выглядит пара на рис. 2 Tab. V. eamque in tabula, omnia mihi alia proponens, in qua erat machina electrica fig. 1, collocavi ab ejus conductore penitus sejunctam, atque haud brevi intervallo dissitam; dum scalpelli cuspidem unus ex iis, qui mihi operam dabant, cruralibus hujus ranae internis nervis DD casu vel leviter admoveret, continuo omnes artuum musculi ita contrahi visi sunt, ut in vehementiores incidisse tonicas convulsiones viderentur. Eorum vero alter, qui nobis electricitatem tentantibus praesto erat, animadvertere sibi visus est, rem contingere dum ex conductere machinae scintilla extorqueretur fig. 1 B. Rei novitatem ille admiratus de eadem statim me alia omnino molientem ac mecum ipso cogitantem admonuit. His ego incredibili cum studio, et cupiditate incensus idem experiundi, et quod occultum in re esset in lucem pro ferendi admovi propterea et ipse scalpelli cuspidem uni vel alteri crurali nervo, quo tempore unus aliquis ex iis, qui aderant, scintillam eliceret. Phoenomenon eadem omnino ratione contigit; vehementes nimirum contractiones in singulos artum musculos, perinde ac si tetano praeparatum animal esset correptum, eodem ipso temporis momento inducebantur, quo scintillae extorquerentur.

[13] Для тех, кому, возможно, интересно узнать, как великий голландский натуралист выразил эти любопытные научные понятия на латыни, оригинальный текст, по-видимому, стоит привести.

"Jucundissimum porro juxta ac utilissimum experimentum aliud institui potest, si quidam e maximis Musculis de Ranae Femore separetur, atque una cum adhaerente suo Nervo ita praeparetur, ut hic illaesus permaneat. Quodsi enim, hoc peracto, utrumque Musculi hujus Tendinem a, a manibus prehenderis. Nervumque ejus propendentem forscula aliove quodam instrumento de in irritaveris b; pristinum, quem amiserat, motum suum mox recuperabit Musculus. Videbis hinc ilico eum contrahi, binasque manus, quae Tendines ejus adtinent, ad se mutuo veluti adducere: prout olim jam, anno 1658, Illustrissimo Duci Hetrusco, cum maxime regnanti, demonstravi; quum Is immerito sane favore ad me invisere non dedignaretur. Hoc ipsum veto experimentum eodem in Musculo tam crebro & diu reiterari potest, donec ulla Nervi pars illaesa fuerit: ut ideo toties sic ad pristinam contractionem suam lacessere Musculum valeamus, quoties nobis libuerit."

[14] Учитывая внимание Гальвани к медицинскому электричеству, неудивительно, что в течение нескольких лет, начиная с 1873 года, в Милане издавался итальянский медицинский журнал *Il Galvani* с подзаголовком *Giornale di Elettro-Idro-ed Aero Terapia*. Его директорами были братья Фемистокл и Улисс Сантопадре. Тем, кто считает, что заявления о воздействии электричества на различные заболевания появились сравнительно недавно, не мешало бы обратиться к этому журналу. Профилактика желтой лихорадки предлагается с помощью статического электричества. Объявлено, что причиной желтой лихорадки является нарушение электромагнитного состояния организма. Все, от кожных заболеваний до инертности матки, асфиксии от хлороформа, афазии, различных форм паралича и болезни Базедова, описывается как излечиваемое электролечением. Так наука становится кормилицей шарлатанства.

[15] Эдинбург, 1793.

[16] В 1795 году одна из диссертаций, представленных на соискание стипендии Королевского колледжа хирургов Эдинбурга, была посвящена теме гальванизма или, по крайней мере, работе Гальвани Фрэнсисом Баркером, который подписывается *Hibernicus*, что свидетельствует о том факте, что ирландцы часто ездили в Эдинбург для научной подготовки. Этот тезис служит доказательством того, что работа Гальвани уже привлекала внимание даже самых отдаленных западных университетов.

[17] Интересно отметить, что двумя успешными изобретениями, уменьшающими необходимость сдерживающих препарирующих работ, обязаны женщины — профессор Манзолини и ее восковые модели, а также Алессандра Джилиани, ассистентка Мондино, Отца препарирования, (ум. в 1320 году), которая знала, как "наполнять вены жидкостями различного цвета, которые затвердевали, и окрашивали те же сосуды и ткани". раскрасьте их так естественно, что они принесли Мондино большую славу и авторитет ". (Старый хронист.)

[18] *Opere Edite ed Inedite del Professore Luigi Galvani Raccolte e Pubblicate Per Cura Dell'Accademia Delle Scienze Dell'Instituto Di Bologna, Bologna Tipografia Di Emilio Dall'Olmo. MDCCCXLI.*

ГЛАВА V.

Вольты - основатель электротехники.

Вплоть до конца восемнадцатого века первооткрывателями в области электротехники обычно были студенты других факультетов, чье внимание к электричеству было привлечено как бы мимоходом. Иногда, действительно, они были всего лишь заинтересованными любителями, интересовавшимися любопытными явлениями магнетизма. Удивительно, как много из этих пионеров в области электричества были священнослужителями, хотя этот факт редко осознается. Это можно очень легко увидеть в моей главе о священнослужителях-пионерах в области электричества, в книге "Католические церковники в науке" (Вторая серия, Dolphin Press, Phila., 1909). Однако с карьеры Вольты началась история ученых-электриков, которые посвятили себя почти исключительно этому отделу физики, хотя более или менее обязательно уделяли некоторое внимание смежным предметам. Открытие Вольтой практического прибора для измерения электроэнергии, а также сравнительно простого устройства, вырабатывающего постоянный ток, изменило весь облик науки об электричестве. После этих изобретений можно было легко проводить регулярную работу по исследованию проблем науки об электричестве без разочарования или неадекватных инструментов, прерывистых электрических явлений, помех экспериментам из-за погоды и других условий, которые до сих пор были столь неблагоприятными для электрических экспериментов. Изобретение Вольтой свай, или аккумулятора, столь заслуженно названного в его честь, привело к тому, что наука об электричестве приобрела совершенно новый аспект, и современное развитие электричества было обеспечено. Хорошо сказано, что никакое другое изобретение, даже паровой двигатель, не значило так много для преобразования современной жизни, как это новое устройство для производства непрерывного электрического тока.



Alessandro Volta

Человек, совершивший эту революцию в электротехнике, был не просто изобретателем, который по счастливой случайности объединил практические факторы, которые были хорошо известны ранее, но никогда не сочетались. Он был одним из величайших ученых того периода, особенно богатыми примерами оригинального научного гения высокого порядка. Незадолго до своей смерти научный мир того времени признал его одним из величайших мыслителей не только в области электричества, но и во всех областях физических наук. По этой причине его жизнь составляет важную главу в истории науки и ее развития.

Как и большинство выдающихся научных первооткрывателей последних двух столетий, Алессандро Вольта родился в очень скромных условиях. Его отец был представителем итальянской знати, но растратил свое наследство настолько основательно, что семья находилась в крайней бедности, когда восемнадцатого февраля 1745 года родился выдающийся сын. Эта бедность была настолько полной, что Вольта сказал об этом позже: "У

моего отца не было ничего, кроме небольшого жилища стоимостью около четырнадцати тысяч лир; и поскольку он оставил после себя долг в семнадцать тысяч лир, я был фактически беднее бедных". Хорошее представление об обстоятельствах, в которых прошло детство Вольты, можно составить из того факта, что он даже не мог раздобыть тетрадей для своих первых школьных упражнений, кроме как по доброте друзей.

Вольта проявлял признаки гениальности с раннего детства, и все же в детстве его интеллектуальное развитие было обескураживающе медленным. На самом деле, существовали опасения, что ему от рождения в значительной степени не хватало интеллекта. Говорят, что ему было больше четырех лет, прежде чем он произнес хоть слово. Это не означает, что до того, как он научился связно разговаривать, но до того, как он смог произносить даже такие знакомые выражения, как "отец", "мать" и тому подобное. Его считали немым; и, как нередко бывает с ошибочным представлением о детях, немых по какой-либо причине, его считали почти идиотом. Говорят, что первым словом, которое он когда-либо произнес, было решительное "Нет!", которое прозвучало, когда один из его родственников настоял на том, чтобы он сделал то, чего он не хотел делать. Однако в возрасте семи лет он настолько преодолел все трудности с речью, что на него смотрели как на очень смышленного ребенка. Из-за этого позднего, неожиданного развития событий его родители, похоже, считали его своего рода живым чудом и были уверены, что ему суждено совершить великие дела. Позже его отец сказал о нем: "У нас в доме была драгоценность, и мы не знали об этом".

К счастью для Вольты, один из его дядей был архидьяконом собора, а другой - одним из каноников. Эти родственники помогли ему получить образование, причем этот путь был особенно облегчен тем фактом, что в то время все иезуитские колледжи существовали за счет фондов и не взимали платы ни с кого из своих студентов; так что все, что его дядям было необходимо сделать для него, - это внести свой вклад в его расходы за пределами колледжа. Согласно традиции, иезуиты не только помогали Вольте в его образовании, но и помогали ему в приобретении книг и даже в расходах на проживание во время учебы в их колледже. В возрасте около шестнадцати лет его образование было завершено, даже включая год изучения философии. Вероятно, это свидетельствует о его студенческом таланте; хотя в южных странах не было ничего необычного в том, что студенты заканчивали школу в шестнадцать лет или даже моложе после курса, эквивалентного тому, который сейчас требуется для получения степени бакалавра искусств.

Мы далеко ушли от такого раннего выпуска, хотя в итальянских университетах это все еще иногда возможно; и одним из самых ярких людей, которых я когда-либо знал, был итальянец, получивший диплом, эквивалентный нашему А. В., еще до того, как ему исполнилось шестнадцать. Однако, когда Вольта окончил университет, такое раннее завершение курса бакалавриата не было чем-то необычным в Италии, и мальчики тринадцати-четырнадцати лет, почти как правило, поступали на отделение бакалавриата, чтобы завершить свой курс и получить ученую степень в семнадцать или восемнадцать. Одному из наших величайших врачей в этой стране, Бенджамину Рашу, было всего семнадцать, когда он окончил курс обучения в колледже, и такие примеры вовсе не были редкостью. Действительно, возможность для этих людей посвятить себя серьезному делу своей жизни гораздо раньше, чем это возможно сейчас, но с развитием ума, которое приходит после университетского курса искусств, вероятно, оказала неоценимую помощь в успехе их научной карьеры. Возникает соблазн подумать, что, возможно, такое оправдание более раннего выхода из школы, которое

мы находим у выдающихся ученых столетней давности, могло бы заставить нас глубоко задуматься, прежде чем довериться тому, что Герберт Спенсер считал фазой эволюции, удлинению детства, поскольку вполне возможно, что более раннее признание зрелости может значить больше для индивидуального развития. Конечно, гении - исключения из правил, и аргумент, основанный на их карьере, может очень мало значить для большинства студентов.

Как и многие другие великие ученые, Вольта не был тем постоянным источником удовлетворения для своих учителей во время учебы в школе, которого можно было бы ожидать. Его мало интересовало традиционное начальное образование того времени, он часто отвлекался во время школьных занятий и даже будучи простым мальчиком часто задавал вопросы о природных явлениях, которые ставили в тупик его учителей, и иногда жаловался на их незнание. К счастью, он перерос эту педантичность, поскольку в более позднем детстве он, похоже, был одним из тех талантливых детей, которые быстро учатся и которых раздражает, что их отстают, в то время как их более медлительные товарищи-ученики вдалбливают в них то, что так легко дается более развитым талантам.

Однако Вольта был глубоко заинтересован в своих классических исследованиях. Он с особым энтузиазмом относился к поэзии и в школе посвящал свободное время, которое оставляла ему его склонность к приобретению знаний, чтению Вергилия и Тассо. Эти любимые авторы стали для него настолько знакомыми, что он мог повторять многие из них наизусть и даже в преклонном возрасте мог выписывать из них стихи лучше, чем любой из его друзей, даже те, вся жизнь которых была посвящена исключительно литературным занятиям. Во время своих прогулок, будучи уже пожилым человеком, он часто развлекал себя повторением длинных отрывков из классических латинских и итальянских поэтов.

Даже в это время интерес Вольты к физическим наукам был очень заметен. До наших дней дошла латинская поэма, состоящая примерно из пятисот стихов, в которой он излагает наблюдения Пристли, первооткрывателя кислорода, которого раньше было принято называть Отцом современной химии. Это стихотворение показывает его глубокое знакомство с работой великого английского исследователя. Моделью Вольты был Лукреций. Чтобы не вызывать удивления тот факт, что итальянский ученый прибегнул к латыни даже для поэтического описания научных открытий, не мешало бы напомнить, что латынь в то время все еще была универсальным языком науки, и великий современник Вольты в области электричества Гальвани написал свою оригинальную монографию об электричестве животных на этом языке, и даже Отец патологии написал свой первый великий трактат "О причинах и следствиях смерти" на этом языке. Что касается его использования стихов в качестве средства научного письма, то не следует забывать, что в то время, когда Вольта писал свою поэму, другой выдающийся писатель на научные темы, Эразмус Дарвин, дед Чарльза Дарвина последнего поколения, сочинял свою "Зоономию, или Биографию животных" в английских стихах. Дидактические стихи были вполне в моде того времени, и в некоторых из них, даже когда они исходили от признанных поэтов, было не больше поэзии, чем в излияниях Вольты.

Словно для того, чтобы восполнить недостаток лингвистических способностей в молодости, Вольта, похоже, проявил особый дар к языкам, когда стал старше. До двадцати лет он знал французский так же хорошо, как свой родной язык, бегло читал по-немецки и по-английски, а нижеголландский и испанский были ему понятны. Помимо стихов на латыни, он писал стихи

также на французском и итальянском, по крайней мере, всегда с умом, а иногда и с истинным поэтическим чувством.

Говорят, что во время учебы в иезуитской школе он выразил желание вступить в Орден. Однако, поскольку его отец одиннадцать лет служил у иезуитов, а затем бросил учебу, его семья опасалась повторения подобного опыта; поэтому дяди-священники забрали его из школы и отправили на некоторое время в семинарию в Бенци. Через некоторое время Вольта отказался от идеи стать священником, но не согласился дальше следовать пожеланиям семейного совета, по крайней мере, до такой степени, чтобы стать юристом. Хотя он некоторое время изучал юриспруденцию, он постоянно уходил в чтение книг по естественным наукам и изучению природных объектов. Наконец ему разрешили оставить юриспруденцию, чтобы посвятить себя исключительно науке.

К счастью, один из каноников кафедрального собора Комо, его бывший сокурсник и человек со значительными средствами, также интересовался естественными науками и раздобыл книги и инструменты, необходимые для того, чтобы Вольта и он сам могли продолжить учебу. Отец Гаттони, по-видимому, сразу осознал возможности для больших достижений в науке, которые заключались в замечательной наблюдательности Вольты, и всячески поощрял его. Как следствие, некоторые важные эксперименты, которые заложили основу современной науки об электричестве и положили начало всемирной известности Volta, проводились в комнатах Гаттони.

В молодости Вольта был настолько всецело предан научным исследованиям, что не могло быть никаких сомнений в склонности его гения к оригинальным работам высокого уровня. Его способность концентрировать внимание на предмете была высочайшей. Биографы подчеркивают, что у него не было ни времени, ни тем более склонности к легкомыслию, которое так часто привлекает растущую молодежь. Он был почти слишком уравновешен и поглощен своей работой ради собственного здоровья и комфорта своих друзей. Когда он заинтересовался серией экспериментов, он часто забывал о течении времени и, как было известно, пропускал приемы пищи и непреднамеренно откладывал отход ко сну — очевидно, совершенно не осознавая своих физических потребностей. Такая интенсивная концентрация ума имела свои недостатки. Один из его друзей в шутку пожаловался, что из него получился довольно неприятный спутник в путешествии из-за его склонности к рассеянности; и иногда этот друг был глубоко огорчен, видя, как Вольта, находясь в компании, доставал носовой платок, который использовался для каких-то целей в лаборатории - на нем были безошибочные признаки его предыдущего использования в качестве очищающего средства для грязных инструментов или рук, хотя его владелец, очевидно, не подозревал о его внешнем виде. Кроме того, не раз его носовой платок, когда его доставали по назначению, оказывался столь же занятым, как и его владелец: образцы горных пород или диких растений природы, которые он собирал и по неосторожности оставлял у себя в кармане, прилагались к нему.

На протяжении всей своей жизни он сохранял необычную способность концентрировать свое внимание, которая порой доходила до полного абстрагирования от окружающего. Рассказывают, что однажды холодным утром его студенты в Университете Павии застали его в рубашке без пиджака, настолько увлеченного организацией экспериментов, которые должны были проиллюстрировать его утреннюю лекцию, что он не замечал времени и даже не заметил, как они вошли в комнату, пока они некоторое время не просидели на своих местах и он,

наконец, не завершил подготовку к демонстрациям. Он был постоянно занят проблемами естествознания, ища объяснение явлений, которые он не понимал, а также собирая новые данные путем наблюдений и экспериментов. Он был одарен в высшей степени любознательным духом в научном смысле этого слова и не мог удовлетвориться тем, что принимал вещи такими, какими он их находил, не зная причин их возникновения.

Вольта представляет собой еще одну прекрасную иллюстрацию того, как быстро гений приступает к делу своей жизни. У нас есть его собственные свидетельства того факта, что он пришел к определенным выводам относительно объяснения электрических явлений, которые, когда ему было всего девятнадцать лет, он изложил в письме аббату Нолле, который в то время был одним из самых известных экспериментаторов и авторов по электрическим явлениям в Европе. Несмотря на свой юный возраст, Вольта попытался упростить теорию электричества Франклина, предположив, что существует действие только между (предполагаемой) электрической субстанцией и материей. Любопытно видеть, насколько он предвосхитил то, что должно было стать мышлением более чем на столетие позже его времени и практически вплоть до наших дней. Он считает, что все тела в их нормальном состоянии содержат электричество в такой пропорции, что внутри них устанавливается электрическое равновесие. Следовательно, электрические явления обусловлены нарушениями этого равновесия. Такие возмущения могут быть вызваны физическими средствами, такими как трение или химическими средствами, и даже атмосферное электричество может быть объяснено первым способом.

Первая официальная статья Вольты об электричестве, носящая название "*О том, как привлечь электричество*", была опубликована в 1769 году, когда ему было двадцать четыре года. Его вторая статья, *Novus Ac Simplicissimus, Electricorum Tentaminum Apparatus*— Новая и очень простая. Прибор для электрических испытаний, показывает, что Вольта переходил от стадии теоретизирования об электричестве к экспериментальной работе, которая должна была лечь в основу его вклада в науку об электричестве. Поэтому неудивительно, что в 1775 году, когда ему было чуть за тридцать, он смог сообщить Пристли о своем изобретении электрофора. Пристли обычно считают одним из основоположников современной химии, но он был известен своему поколению, особенно в то время, как автор очень интересной и полной истории электричества. Характерно для осторожности Вольты, что причиной его письма Пристли было желание получить от него информацию о том, в какой степени это изобретение, которое, насколько Вольта знал, было оригинальным для него самого, было новым в области электротехники.[19]

Учитывая отмеченный нами повышенный интерес к его работе, неудивительно, что исследования Вольты оказались плодотворными. Его активный изобретательский гений сослужил ему хорошую службу, позволив продемонстрировать принципы с помощью рабочих инструментов. Электрофорус - лишь один из инструментов, демонстрирующих очень практичный характер человека. Его особенно захватила идея разработать какой-нибудь метод измерения электричества. Среди прочего, он изобрел конденсационный электроскоп, в котором вместо используемых сейчас лент из листового золота он использовал соломинки. С помощью этого прибора он смог продемонстрировать наличие ничтожных количеств электричества, вырабатываемого при обстоятельствах, при которых обычно никто не подозревал бы о возникновении каких-либо подобных явлений. Эти два инструмента, электроскоп и электрофорус, вывели отдел электричества из области теории в область точной научной демонстрации и сделали электрические отделы физических лабораторий того времени гораздо более интересными и важными, чем они были раньше.

Хотя Вольта так рано занялся электричеством, он не ограничился ни этим предметом, ни даже более широкой областью физики, и то, что в своей научной любознательности он без колебаний следовал подсказкам даже в химии, хорошо иллюстрируется его первым шагом в исследовании газов. Когда во время рыбалки его внимание привлекли пузырьки, появляющиеся на поверхности озера Маджоре, он приступил к поиску их источника и заметил, что всякий раз, когда дно озера у берега слегка взбалтывалось, поднималось несколько пузырьков, и выделяющийся таким образом газ был легко воспламеняемым. Он сконструировал электрический пистолет, в котором высвобождаемые таким образом газы взрывались искрой от электрофоруса. Примерно в то же время, используя принцип электрического пистолета, он изобрел эвдиометр - прибор, с помощью которого можно было определять содержание кислорода в воздухе.

Что касается этих изобретений, Араго обращает внимание на особое качество, присущее всем работам Вольты. "Нет ни одного открытия профессора Вольты, - говорит выдающийся французский ученый, - о котором можно было бы сказать, что оно было результатом случайности. Каждый инструмент, с помощью которого он обогатил науку, в принципе существовал в его воображении до того, как ремесленник начал придавать ему материальную форму".

После этих изобретений и его предыдущей работы неудивительно, что в 1774 году Вольте предложили должность профессора экспериментальной физики в колледже Комо. Здесь он проработал пять лет, пока в 1779 году не получил приглашение на должность профессора физики в Университете Павии, где ему было суждено оставаться активным преподавателем в течение сорока лет.

Вольта начал свою жизненную деятельность в качестве профессора физики в Павии с расширения своих наблюдений за газами. Он был первым, кто продемонстрировал расширение газов при нагревании, особенно в том, что касается их повышенной способности к расширению при более высоких температурах. Многие наблюдатели работали над этой проблемой до него, но в сообщенных результатах были серьезные расхождения. Вольта был первым, кто указал на причины очевидных несоответствий выводов предыдущих исследователей; и только из его наблюдений можно было получить некоторые ценные данные для установления того, что с тех пор стало известно как "закон Карла".

В это время его знание английского позволяло ему внимательно следить за английскими открытиями, и он, кажется, уделял особое внимание работам Кавендиша и Пристли. Вскоре после описания Кавендишем метода получения чистого водорода Вольта сделал серию наблюдений над отношением губчатой платины к этому газу и указал на самовозгорание, которое происходит при соединении двух веществ. Этот эксперимент лег в основу того, что с тех пор стало известно как водородная лампа, названная по имени немецкого наблюдателя, который первым применил ее на практике, лампой Доберейнера.

После семи лет преподавания Вольте была предоставлена возможность посетить различные части Европы, и он воспользовался случаем, чтобы встретиться с большинством знаменитых деятелей науки. Его лингвистический факультет сослужил ему хорошую службу в течение этого творческого отпуска, а путешествия помогли ему завершить тщательное знакомство с европейскими языками, а также с учеными. Его практичный характер побудил его во время поездки обратить внимание на выращивание картофеля и его использование в различных

европейских странах, и он привез это растение с собой в Италию, чтобы познакомить с ним фермеров. Ему удалось заставить своих соотечественников осознать его ценность, и внедрение картофеля - одна из причин, по которой итальянцы всегда смотрели на него как на благодетеля своей родной земли. Насколько современным это делает овощ, который мы склонны считать всегда важным пищевым ресурсом человечества!

Примерно в середине третьей четверти восемнадцатого века по счастливой случайности, которая, однако, случается только с гениями, Гальвани, в то время профессор анатомии в Болонье, сделал наблюдение, что если к лягушке, подготовленной таким образом, что ее задняя нога прикреплена к туловищу только посредством седалищного нерва, прикоснуться металлическим инструментом таким образом, чтобы нерв и мышца были соединены друг с другом через металлический инструмент, наблюдается очень любопытное явление: мышцы почти отрубленной ноги спазматически сокращаются, а затем расслабляются всякий раз, когда устанавливались и разрывались контакты. Гальвани впервые обратил внимание на это явление в связи с электрической машиной и искал ему объяснение в электричестве, полагая, что между ним и разрядом лейденской банки есть аналогия. После нескольких лет тщательных наблюдений он опубликовал монографию на эту тему, которая сразу же привлекла внимание всей Европы.

Вольта очень заинтересовался работой Гальвани и занялся ее развитием с физической стороны. Сначала он согласился с объяснением, предложенным Гальвани, который считал, что его эксперимент продемонстрировал наличие электричества в телах животных, и который предложил ввести термин "животное электричество". Однако после тщательного исследования утверждение Гальвани о том, что электричество животных существует в форме, полностью независимой от какого-либо внешнего электричества, хотя оно и было принято большинством выдающихся ученых того времени, показалось Вольте не имеющим экспериментальной проверки. В течение многих лет его самые решительные усилия были направлены на демонстрацию того, что наблюдаемые мышечные подергивания были вызваны не присутствием животного электричества (гальванизма, как его стали называть), а тем фактом, что металлы, соприкасающиеся с различными участками влажного нервно-мышечного аппарата, действительно создают мельчайшие токи обычного электричества.

Некоторые из экспериментов, которые он придумал для этой цели, были чрезвычайно остроумными и показывают, насколько глубоко эмпирическими были его методы и насколько современным был его научный дух. В ходе своих экспериментов он обнаружил, что разница в металлах, из которых состояла дуга, при использовании с целью получения так называемого животного электричества, приводила к большим различиям в наблюдаемых электрических явлениях и в количестве получаемых мышечных сокращений. Более того, в одной блестящей серии экспериментов он показал, что даже когда металлические участки, соприкасающиеся с нервом и мышцей, идентичны, все равно могут наблюдаться различные электрические явления, если только создать искусственную разницу в температуре конца металлической дуги. Вольта даже смог продемонстрировать, что такие незначительные физические различия, как опиливание одного конца используемой металлической дуги, могут приводить к возникновению небольших токов электричества.

В разгар этих экспериментов он пришел к осознанию того, что две порции металла разных видов, разделенные влажным непроводящим материалом, могут быть созданы для получения

постоянного электрического тока в течение некоторого времени. Более того, однако, он обнаружил, что диски из металла различных видов могут быть наложены друг на друга с промежуточными дисками из влажной ткани и, таким образом, создавать пропорционально более сильные токи по мере использования все большего количества металлических пластин. Таково было происхождение вольтовой батареи, как ее называли, — первой батареи для производства по желанию регулярных электрических токов определенной силы. [20]

Занимаясь этим, ему удалось продемонстрировать то, что стало известно как базовый эксперимент Вольты, а именно, что две пластины из металла разных видов электрически возбуждаются просто при соприкосновении. Это было практически началом великого прогресса в области прикладного электричества, который положил начало нашей современной электрической эре. Сейчас, оглядываясь назад на столетие, прошедшее с тех пор, кажется простым делом предпринять последовательные шаги, которые Вольта сделал для создания своей электрической батареи и для демонстрации принципа контактного электричества. Однако, блуждая ощупью в темноте, ему потребовалось три года, чтобы добиться прогресса, который мы описали в нескольких словах. Насколько великими казались его открытия даже самым выдающимся из его современников-ученых, лучше всего можно судить по выражению одного из величайших французских ученых-электриков Араго, который объявил "свою Вольты самым замечательным инструментом, который когда-либо выходил из-под рук человека, не исключая даже телескопа или паровой машины".

Превосходное описание того, как Вольта изготовил свою электрическую батарею и чего он смог достичь с ее помощью экспериментально в лаборатории, можно найти в номерах за январь и февраль 1900 года *Stimmen aus Maria—Laach* - литературного и научного периодического издания, издаваемого немецкими иезуитами. Эта статья об Алессандро Вольте, написанная отцом Неллером, С.Дж., была написана вскоре после празднования сотой годовщины изобретения Вольтой электрического накопителя, когда только что была произведена свежая сортировка документов Вольты, и содержит очень полный набор ссылок на биографические материалы о жизни Вольты. Отец Неллер говорит:

"До этого никто ни на минуту не задумывался о какой-либо возможности практического применения электричества. Но внезапно вся ситуация изменилась. После восьми лет наблюдений и экспериментов Вольта однажды, в начале 1800 года, в своей лаборатории в Комо сконструировал прибор, который должен был произвести революцию в изучении электричества и его практическом применении. Он собрал стопку, состоящую из большого количества медных и цинковых дисков одинакового размера. На каждый медный диск он положил один из цинковых, а затем на него смоченный кусок ткани и продолжил чередование дисков и тряпок в таком порядке, пока у него не получился довольно высокий столбик. Это был настолько простой аппарат, насколько это было возможно, и никто, кроме Вольты, не мог бы обещать никаких результатов. Изобретатель, однако, знал, что делал.

Как только он соединил верхнюю и нижнюю металлические пластины проволокой, из цинка в медь начало перетекать нечто секретное, которое при приложении концов проволоки к мышцам вызывало их подергивание; которое появлялось перед глазами как свет; при нанесении на язык давало ощущение вкуса; заставляло тонкую проволоку светиться и даже гореть между угольными наконечниками; производило ослепляющий свет; разлагало воду на составляющие; растворяло неизвестные доселе металлы из солей и земли; делало железо магнитным;

отклоняло магнитную стрелку с ее пути; замкнутые катушки проволоки вызывали появление новых электрических токов; не говоря уже об ужасном зрелище, которое происходило, когда под воздействием электрического тока тела казненных преступников снова начинали двигать конечностями, их грудные клетки действительно вздымались и опускались, как будто они действительно дышали, и даже мертвого кузнечика заставляли подпрыгивать и, по-видимому, снова петь.

"Только теперь, после открытия этого нового вида электричества, которое не работало просто рывками, а текло постоянным потоком от полюса к полюсу, только теперь этот могущественный природный агент был поставлен на службу человеку. Таким образом, Вольт выше всех остальных, он не только заложил основу для огромного количества новых знаний в области физики, химии и физиологии, но и сделал возможным быстрый прогресс в практическом электричестве, в телеграфии, в электродвигателях и силовых машинах, в гальванопокрывании и чудесных результатах в гальванопокрывании, которые представляют собой наши самые замечательные механические эффекты в настоящее время".

Вскоре после открытия Вольтой электрической батареи, или вольтовой кучи, как ее называли в его честь, его репутация распространилась по всей Европе. В начале 1800 года он отправил подробное описание вольтовой батареи в Лондонское королевское общество. В течение 1801 года научные журналы по всей Европе были заполнены обсуждениями его открытия.

Французская академия наук пригласила его в Париж, чтобы продемонстрировать свои открытия членам этого органа. Теперь Вольт с нетерпением ждал нескольких мирных лет учебы и, насколько это касалось его лично, наверняка отказался бы от приглашения. Однако обстоятельства сложились так, что для него стало гражданским долгом отправиться в Париж.

В то время Наполеон был первым консулом, и итальянские города хотели, насколько это было возможно, снискать его расположение. Городские власти сочли разумным направить в Париж специальную делегацию, и, поскольку они знали, что Наполеон был глубоко заинтересован в научных открытиях, обещающих практические результаты, имя Вольты было предложено в качестве одного из официальных делегатов. Другим членом делегации был адъютант профессор Бругнателли, который провел несколько важных исследований в области химии и которому позже предстояло расширить практическое применение открытий Вольты, изобретя первый метод нанесения гальванических покрытий. Любопытным отражением условий для поездок в то время является тот факт, что делегатам потребовалось двадцать шесть дней, чтобы добраться из Павии в Париж.

Вскоре после прибытия в Париж путешественники были официально представлены членам Французского института, и был проведен ряд заседаний Академии, на которых обсуждались открытия Вольты. Вольт прочитал сообщение о тождестве электричества и гальванизма. Наполеон, как первый консул, присутствовал на этих заседаниях в мантии академика и был не только заинтересованным слушателем, но и время от времени, задавая уместные вопросы, вытягивал важные детали прежних экспериментов и собственные теории Вольты относительно природы наблюдаемых явлений. В конце первой встречи, в которой Вольт принимал видное участие, Наполеон провел с ним несколько часов, обсуждая перспективы электричества.

В своих письмах к братьям и жене того времени Вольт выражал свое удовольствие от того, что обнаружил, какое внимание его открытия привлекают по всей Европе. Как он сам сказал,

Германия, Франция и Англия были полны ими, и все выдающиеся ученые стремились оказать ему честь. Во Франции он был выбран одним из восьми иностранных членов Института и произведен в рыцари-командоры ордена Почетного легиона и ордена Железной короны. Наполеон избрал его одним из первых членов Итальянской академии, которую он тогда основывал, и присвоил ему звание сенатора и графа Королевства Италия. Французская академия, выслушав собственное описание Вольтой его экспериментов и открытий, вопреки своему обычаю, присудила ему путем аккламации золотую медаль. Что еще более важно, Бонапарт подарил ему 6000 лир и назначил ему ежегодный доход в размере 3000 лир из государственной казны. Показателем чувства Вольты как верного сына Церкви является то, что, поскольку этот доход был выделен ему из доходов епископства Адрия, он согласился бы получить его только после того, как указ Наполеона был подтвержден папой.

Вольта почти двадцать лет проработал в Университете Павии, прежде чем наконец нашел себе жену. Тогда ему было за сорок девять. Его женой была младшая дочь графа Людовико Перегрини. У нее было шесть сестер, одна из которых стала монахиней, а все остальные вышли замуж до того, как Вольта добился руки младшей. В письме другу он говорит, "что ее сестры настолько отличились набожностью, благоразумием, здравым смыслом и практической экономностью в своем хозяйстве, а также самыми замечательными качествами сердца и ума, что он счел себя очень удачливым, получив ветвь от семейного древа; и он предпочел ее другим, которые были ему предложены, даже несмотря на то, что они обладали большей физической красотой, более возвышенным благочестием и большим приданым". Брак, по-видимому, был очень счастливым, несмотря на значительную разницу в возрасте и тот самый прозаический дух, с которым в него вступила, по крайней мере, одна из сторон.

Об очаровательной интимности его семейной жизни можно судить по некоторым его письмам к жене, когда он путешествовал. Она всегда была его наперсницей в том, что касалось новых достижений науки, которые он видел, и особенно в том, что касалось доброго приема, который он встречал со стороны ученых, и готовности, с которой они принимали его взгляды. Поначалу так много его идей были новыми, что неудивительно, что современные ученые отнеслись к ним несколько косо. Когда во время своих путешествий по Франции он заметил, что общественное мнение в области электричества склоняется в пользу его взглядов, он приложил все усилия, чтобы рассказать об этом своей жене, и, по-видимому, испытал величайшее удовольствие от того, что она разделила радость его триумфа.

Одним из самых тяжелых ударов, которые он перенес, была безвременная смерть его старшего сына Фламинио в 1814 году. "Эта потеря, - вскоре после этого написал он одному из своих племянников, - так сильно поразила меня в самое сердце, что я не думаю, что у меня когда-нибудь будет еще один счастливый день". Отношения между ним и его детьми были самыми добрыми по своей природе; и характер этого человека, возможно, еще более отчетливо проявляется в традициях, которые все еще сохранились в отношении преданности ему его слуг, и особенно его телохранителя Полонио. Вольта всегда был простым и непритязательным человеком, несмотря на то, что к концу жизни на него посыпались научные и даже политические почести. Например, было довольно трудно заставить его сменить старую одежду на новую. Этот подвиг обычно совершал Полонио, который, когда он думал, что его хозяину пришло время надеть новую одежду, вовлекал его в какое-нибудь научное объяснение утреннего события; затем, передавая ему новую одежду, Вольта надевал ее и носил некоторое время, прежде чем заметил это. Старому слуге тогда, как правило, удавалось убедить его, что

пришло время что-то менять. Ближе к концу своей карьеры Вольта вел уединенную жизнь в загородном доме недалеко от своего родного города Комо. Иностранцы часто приезжали, чтобы увидеть или даже иметь привилегию перекинуться парой слов с выдающимся ученым, который считался патриархом электротехники. Для Вольты посещение выставки всегда было неприятным занятием. Он не любил, когда его перевозносили, и часто отказывался позволять себе даже показываться на глаза, если только у его посетителей не было научных мотивов. В таких случаях единственным шансом для посетителей было заручиться доброй волей Полонио. Он вовлекал своего ничего не подозревающего хозяина в обсуждение облаков или ветра, или какого-то явления на небесах, или чего-то в листьях соседних деревьев, а затем приводил его к портику, чтобы тот мог увидеть предполагаемое явление. Это дало бы посетителям возможность хотя бы мельком взглянуть на ученого, который обычно не подозревал об истинной цели, ради которой его выманили на улицу.

Таким образом, живя в деревне, набожность Вольты стала своего рода пословицей среди деревенских жителей. Каждое утро рано утром в сопровождении своего слуги он со склоненной головой направлялся в церковь. Здесь он слушал мессу и обычно дневную службу, в которой принимали участие все каноники собора. У него было особое место со стороны алтаря, недалеко от органа. Его любимым методом молитвы были четки. Приходской священник нередко показывал его людям как образец преданности. Всякий раз, когда он бывал за городом, каждый вечер видели, как он прогуливался по направлению к церкви. В этих случаях его обычно сопровождали члены его семьи, и они входили в церковь для вечернего причастия.

Его поведение по отношению к тем, кто жил по соседству с его деревней, вызывало симпатию у всего крестьянства. Он не только щедро раздавал милостыню, но и взял за правило часто посещать дома бедных и помогать им, насколько это возможно, советом и внушением. Его научные знания служили им на благо, и он часто мог подсказать им, как избежать многих опасностей. Он дал им определенные идеи относительно важности чистоты и необходимости очень тщательно готовить пищу, чтобы предотвратить болезни, вызванные плохо приготовленным материалом. Он также научил их отличать здоровую рожь от споротой, из которой готовили поленту, чтобы избежать страшной пеллагры, болезни, столь распространенной в Италии, которая возникает из-за употребления больного зерна.

Он так понравился сельским жителям, что они придумали для него особое имя, которое выражало их нежное отношение к этому человеку. Они знали, как высоко он ценил свои замечательные открытия в области электричества, и многие из них даже видели некоторые (по крайней мере, для них) необъяснимые явления, которые он мог производить по своему желанию с помощью различных электрических приспособлений. Сначала они называли его "волшебником"; но поскольку это слово, особенно для итальянских крестьян, несет в себе подозрение на зло, они добавили прилагательное "благотворный", и он был широко известен как *Il mago benefico*.

Его интерес к этим мягким, незлобивым людям можно оценить по тому факту, что он знал практически всех своих соседей по деревне по имени и, как правило, был знаком также с условиями жизни их семей и их домашними делами. Нередко он останавливался и разговаривал с ними о подобных вещах, и эта милость всегда рассматривалась крестьянами как драгоценный знак его добрососедской вежливости.

Такова была простота человека, чье имя, несомненно, является одним из величайших в истории науки. Все великие начинания главы о прикладном электричестве принадлежат ему. Не было ничего, к чему он не прикасался в своей работе, чего бы он не осветил. Это был типичный ум гения, всегда стремящийся за пределы известного — обильный источник руководства и света для других. Он был далек от того, чтобы сомневаться в вопросах религии, его научное величие, казалось, только сделало его более готовым подчиниться тому, что иногда называют оковами веры, хотя для него вера привлекала как завершение познания вещей, находящихся за пределами области чувств или обычных способностей к интеллектуальному освоению. Как и Пастер, столетие спустя, чем больше он узнавал, тем больше был готов верить и тем большее удовлетворение находил в своей вере. Это совершенно иная картина великого научного разума, чем та, которую обычно представляют как характеристику научных мыслителей. Но Вольт не исключение; скорее, он представляет правило, поскольку это касается очень великих ученых; ибо только второсортные умы, те, кому суждено следовать, но не руководить в науке, так постоянно провозглашали противоположность науки вере.

Известное исповедание веры Вольты отражает его отношение к религии лучше, чем любые слова биографа, и это поразительный комментарий к впечатлению, которое каким-то необъяснимым образом получило широкое признание, что человек не может быть великим ученым и твердо верующим в религию. Не так давно выдающийся профессор психологии в одном из крупных американских университетов сказал, что ученый должен разделять свою науку и религию, иначе это будет иметь серьезные последствия для его религии. Стоит запомнить мнение Вольты по этому вопросу. Услышав, что, хотя он продолжал исповедовать свою религию, это было больше потому, что он не хотел обижать друзей, что он не хотел шокировать своих соседей и не хотел, чтобы бедняки вокруг него своим примером отказались от того, что, как он знал, было их самым плодотворным источником утешения в жизненных испытаниях, в то время как в полной мере проявляя свои интеллектуальные способности, Вольт намеренно написал свое исповедание веры, чтобы весь его собственный мир и последующие времена могли узнать это.

"Если некоторые из моих ошибок и небрежности, возможно, случайно дали повод кому-то заподозрить меня в неверности, я готов, в качестве некоторого возмещения за это и за любую другую благую цель, заявить такому человеку и каждому другому человеку, при любом случае и при любых обстоятельствах, что я всегда придерживался и придерживаюсь сейчас Святой Католической Религии как единственной истинной и непогрешимой, бесконечно благодаря доброго Бога за то, что он даровал мне такую веру, в которой я твердо намерен жить и умереть в живой надежде достичь вечной жизни. Я признаю свою веру даром Божьим, сверхъестественной верой. Однако по этой причине я не пренебрегал всеми человеческими средствами, которые могли бы все больше и больше утверждать меня в этом и которые могли бы прогнать любые сомнения, которые могли бы возникнуть и искушать меня в вопросах веры. Я внимательно изучал свою веру относительно ее основ, читая с этой целью книги по апологетике, а также те, которые написаны с противоположной целью, и пытаюсь оценить аргументы "за" и "против". Я попытался понять, из каких источников проистекают самые сильные аргументы, которые делают веру наиболее правдоподобной для естественного разума и которые не могут не заставить каждый уравновешенный ум, не извращенный пороком или страстью, принять ее и полюбить. Пусть этот мой протест, который я намеренно составил и который я оставляю потомкам, подписанный моей собственной рукой и который показывает

всем и каждому, что я не краснею перед Евангелием, — пусть это, как я уже сказал, принесет добрые плоды. — Подписано в Милане 6 января 1815 года Алессандро Вольтой".

Когда Вольта писал это, ему как раз приближался шестидесятый год, и он находился в полном расцвете своих сил. После этого он прожил двенадцать лет, на него смотрели как на одного из великих мыслителей Европы и как на одного из самых важных людей Италии того времени. Таким образом, он был далек от того, чтобы впасть в старческое слабоумие, и в тот момент, несомненно, находился в лучшем положении, чем когда-либо, чтобы разобраться в своем собственном мнении относительно своей веры и своих отношений с Творцом.

В Марселе есть знаменитая картина Вольты работы Маго. В нем рассказывается о том факте, что Вольта стал графом, сенатором и членом Французского института, назначенным таким образом Наполеоном, и поэтому он в некотором смысле является французом. Маго изобразил его стоящим, с электрическим аппаратом на одной стороне и Священными Писаниями на другой. Рядом с ним сидит его друг Сильвио Пеллико, чья маленькая книга "Мое десятилетнее заключение" вызвала любовь тысяч читателей по всему миру. Пеллико сомневался в присутствии Провидения в этом мире и в существовании загробной жизни. В разгар своих сомнений он обратился к Вольте. "В старости твоей, о Вольта! - сказал Пеллико. - рука Провидения поставила на твоём пути заблудшего юношу. О ты, сказал я древнему провидцу, который глубже других погрузился в тайны Творца, научи меня дороге, которая приведет меня к свету". И старик ответил: "Я тоже сомневался, но я искал. Величайшим скандалом моей юности было то, что учителя тех дней использовали науку для борьбы с религией. Что касается меня, то сегодня я повсюду вижу только Бога".

СНОСКИ:

[19] Вильке, шведский исследователь электрических явлений, сконструировал в 1762 году две машины, использующие принцип электрофоруса.— (Брат Потамиян.)

[20] Брат Потамиян обратил мое внимание на тот факт, что работа Вольты о происхождении электричества из двух разных металлов, которые, хотя и соединены, все же разделены некоторой влажной средой, была любопытным образом предвосхищена наблюдением, описанным Зульцером в книге под названием "Новая теория Плезиров", 1767 год. В этом он утверждает, что при соприкосновении серебряной и свинцовой монет, помещенных одна над, а другая под язык, возникает кислый привкус, который, по его мнению, возникает из-за вибраций, создаваемых соприкосновением двух металлов. Кажется, у него также была вспышка света перед глазами, так что все элементы, необходимые для открытия вольтовой батареи, были у него в руках, и действительно, он проводил то, что с тех пор стало одним из классических экспериментов, с помощью которого демонстрируются определенные физиологические эффекты электрического тока.

ГЛАВА VI.

Кулон.

Великие первооткрыватели в науке обычно должны довольствоваться тем, что их имена связаны с какой-то одной фазой научного развития, будь то инструмент, закон, единица измерения, процесс исследования или какое-то явление, которое они впервые наблюдали. Оригинальность кулоновского гения будет оценена лучше, поскольку помимо того, что в его честь названа единица измерения электричества, в электромагнетизме также существует закон и крутильные весы, которые всегда будут ассоциироваться с его именем. Немногие люди были более изобретательны в своей способности облекать сложные идеи в практическую форму и придавать им простое механическое выражение инструментальными методами. Хотя его имя навсегда будет связано с наукой электростатика, он глубоко интересовался другими разделами физики, и для него проявление интереса всегда означало, что он будет освещать предыдущие знания практическими намеками и предложениями и продвинет выводы своих предшественников немного дальше в науку, чем они когда-либо продвигались прежде. Он был типичным гением-экспериментатором, и его следует считать одним из тех людей, из которых за столетие рождается не более полудюжины, которые, по выражению Киплинга, "не имеют хозяина"; которых не нужно учить, но которые сами находят путь в область неизвестного.

Кулон исследовал фундаментальный закон электричества и магнетизма, согласно которому притяжение и отталкивание обратно пропорциональны квадрату расстояний, и показал, что он точно выполняется для точечных зарядов и полюсов. Он продемонстрировал, что эти интересные явления не были случайными проявлениями нерегулярных сил, но что они представляли определенный способ действия силы, таким образом поставив эту область знаний на научную основу. Хотя по своему практическому значению Закон Ома, открытый почти полвека спустя, имеет гораздо большее значение, открытия Кулона носят фундаментальный характер и, появившись в самом начале современной науки об электричестве, во многом направили зарождающуюся науку по тому пути, по которому она должна следовать. Установление этого закона в значительной степени способствовало быстрому развитию наук-близнецов - электричества и магнетизма. Именно экспериментальное наблюдение имеет наибольшее значение для развивающейся науки; и, фактически, то, что Кулону суждено было стать пионером в ней, свидетельствует о том, что он обладал не только большой оригинальностью, но и силой независимого мышления, что, возможно, является самым ценным качеством для человека науки.

Французскому исследователю удалось продемонстрировать свой закон двумя различными методами, которые до сих пор используются для иллюстрации в наших физических лабораториях. В первом он использовал крутильные весы, изобретенные Мичеллом и заново изобретенные им самим, инструмент точных измерений, который в его руках давал такие же бесценные результаты, как и результаты Фарадея полвека спустя. Прибор основан на принципе, впервые установленном самим Кулоном, согласно которому при скручивании проволоки угол скручивания прямо пропорционален силе скручивания. При применении этого принципа тонкая проволока подвешивается в стеклянном футляре, по бокам которого имеется градуированная шкала для измерения степени отталкивания между двумя одинаковыми полюсами магнита или между одинаково наэлектризованными телами.

В своем втором исследовании закона обратных квадратов Кулон использовал то, что известно как метод колебаний. Известно, что магнитная стрелка, раскачиваемая под влиянием земного магнетизма, действует подобно маятнику и как таковая подчиняется законам маятникового движения. Применяя этот метод, Кулон заставил магнитную стрелку колебаться, сначала под влиянием одного только земного магнетизма, а затем под совместным воздействием земли и магнита, расположенного на различном расстоянии от стрелки. Наиболее интересной особенностью этой работы является то, каким образом Кулону удалось исключить из проблемы важный фактор земного магнетизма. Он настолько прост и изобретателен, что вызывает восхищение исследователей, которые используют его в своих лабораторных работах даже по сей день.

Таким образом, ясно, что Международный комитет, который выбрал термин "кулон" для обозначения электромагнитной единицы электрической величины, оказал честь там, где это было в высшей степени уместно. Кулон выделяется как человек точности, чьи методы точных измерений произвели революцию в развивающейся науке, и чьи исследования и открытия в физике и механике дают достаточно оснований для того, чтобы занять ему место среди создателей электричества. Он был одним из одаренных людей, чьи оригинальные работы так славно положили начало девятнадцатому веку, и кто заложил глубокие и прочные основы, на которых последние три поколения воздвигли великолепный храм электротехники.

Шарль Огюстен де Кулон родился в Ангулеме 14 июня 1736 года. Его предки на протяжении нескольких поколений были мировыми судьями и считались представителями сельской знати. Он поступил в университет в Париже и, будучи еще молодым, поступил в армию. Однако с самого начала его математический талант был признан, и он был принят на работу в качестве военного инженера. Американцам будет интересно узнать, что его первый инженерный проект был осуществлен на Мартинике, где он построил форт Бурбон. Его безупречный характер и замечательные способности обеспечили ему быстрое продвижение по службе. Несмотря на то, что климат ему не подходил, он оставался на острове в течение трех лет, потому что не хотел использовать политическое влияние, которое могло бы обеспечить его отъезд, поскольку считал своим долгом служить своей стране на важном колониальном посту. Почти все его товарищи погибли от лихорадки. Ирония судьбы заключается в том, что после его возвращения во Францию смена министерства лишила его справедливого вознаграждения в виде преданности родине, и он не получил особого выдающегося повышения, которого заслужил за эту особую работу.

Во время короткого пребывания, которое он совершил в Париже после своего возвращения, он, насколько это было возможно, стремился к обществу людей науки и преуспел в знакомстве со всем, что было наиболее многообещающим в научном прогрессе того времени. Он уже был довольно благосклонно известен многим столичным ученым благодаря статье о статике сводов, монографии о статических проблемах в архитектуре, которую он представил Академии наук в 1779 году. Его следующее военное назначение было в Рошфоре. Здесь он написал свою монографию "Теория простых машин", которая получила двойную премию, предложенную Академией наук за решение проблем, связанных с этим важным вопросом. Это привлекло внимание не только научного мира, но и его военного начальства. В результате его последовательно отправляли в Шербург и на остров Экс для руководства инженерными работами, и он успешно выполнил поставленные задачи.

Два года спустя, когда ему было около сорока пяти лет, он был единогласно избран членом Академии наук. Он был человеком огромного личного магнетизма, и все те, кто соприкасался с ним, научились любить его за прямолинейный характер и абсолютную праведность его жизни. Мало у кого были более крепкие друзья, чем у Кулона, поскольку мало кто когда-либо проявлял более бескорыстную преданность долгу и совести, чем он, хотя и при обстоятельствах, которые не были ни эффектными, ни театральными. Противостоять смертоносному климату Мартиники было труднее, чем занять свое место во главе "безнадежной надежды" в порыве восторженной отваги; и Кулону предстояли другие испытания не менее устрашающего характера, и он должен был встретить их с таким же невозмутимым чувством долга.

Иногда считается, что взяточничество - это искушение, присущее только нашему времени, но возможности для него всегда присутствовали в той работе, за которой приходилось наблюдать Кулону, и армейским инженерам всех возрастов приходилось стоять или падать перед ним. Примерно в это же время было предложено построить систему государственных каналов в Бретани. Такая система каналов, как легко понять, стоила бы огромной суммы денег и давала бы великолепные возможности для спекуляций различного рода. Против проекта было выдвинуто немало возражений на том основании, что он не принесет региону всех преимуществ, которые были заявлены для него, и Кулону было поручено морским министром определить вопрос о целесообразности строительства каналов и о вероятном влиянии, которое они окажут на торговлю страны.

После тщательного расследования он пришел к выводу, что преимущества, которые, как ожидалось, будут получены от проекта, не компенсируют огромные расходы, которые будут сопряжены с этим. Это решение вызвало гневный протест сильной политической фракции, которая ожидала получить богатство и разного рода личные выгоды от этой схемы и которая яростно протестовала против доклада Кулона. Однако он смог подкрепить свои выводы по этому вопросу такими неопровержимыми математическими и инженерными аргументами, что его мнение возобладало, и от проекта отказались.

Как следствие, вместо возможности служить политической партии, имея все возможности для повышения по службе и, прежде всего, для обогащения, он оказался на какое-то время лишенным даже возможности посвятить себя своему любимому занятию в военной инженерии. Оправданием этому перерыву в его карьере, поскольку для подобных действий всегда находилось оправдание, было то, что морскому министру не были сделаны надлежащие представления о разрешении сделать отчет; и вместо благодарности Куломб получил то, что было практически выговором.

Уязвленный этой несправедливостью, которая была явно вызвана тем фактом, что его честный отчет вызвал недовольство тех, кто ожидал извлечь личную выгоду из проекта канала, и испытывая отвращение к службе, при которой такие вещи были возможны, Куломб подал в отставку. Морской министр понимал, что принятие предложенной отставки, несомненно, вызовет у министерства, по крайней мере, подозрения относительно причин, по которым доклад Кулона не был принят благосклонно. В разрешении уволиться со службы было отказано, поскольку это гарантировало бы ему молчание. Ему было приказано вернуться в Бретань, чтобы продолжить там свою работу, возможно, с мыслью, что этого неблагоприятного опыта будет достаточно самого по себе, чтобы заставить его понять, чего от него ожидают, и сделать его немного более снисходительным к желаниям тех, кто стоит у власти. Если какие-либо подобные

идеи и вынашивались, их ждало горькое разочарование. Куломб был не из тех, кто, ясно видя долг, отказывается следовать ему, потому что этому мешает какая-то личная выгода или недостаток. Эгоистичные мотивы не соответствовали его характеру и не затушевывали проблемы.

Он вернулся в Бретань, готовый высказать свое твердое мнение по этому вопросу и сохранивший чистоту души. Следствием этого было то, что провинциальные власти, осознав свои истинные интересы, признали ошибку, в которую они чуть не впали, и теперь хотели щедро вознаградить инженера за его непоколебимую преданность долгу. Куломб так же быстро отказался от вознаграждения за выполнение своего долга, как проигнорировал даже видимость взятки, чтобы избежать ее. Только после значительного давления на него убедили согласиться на лучшие часы, которые они смогли достать, с выгравированным гербом провинции. У него была, что было довольно редкостью в те дни, секундная стрелка, и впоследствии он постоянно использовал это во всех своих экспериментальных работах. Французский биограф говорит, что никогда еще сувенир не был подобран лучше и не использовался более подходящим образом. Вскоре заслуги Кулона были признаны правительственными властями, и он был назначен суперинтендантом фонтанов Франции. Несколько лет спустя он был повышен до должности куратора планов и рельефных карт Военного штаба Франции и был выбран в качестве одного из членов комиссии Французской академии наук, которая отправилась в Англию для изучения тамошних условий в больницах. В это время он находился на пике своей карьеры. Его звание было подполковником инженерных войск, что в то время в иностранных армиях было намного выше, чем должность с соответствующим званием в нашей армии. Он был произведен в кавалеры ордена Святого Людовика, и казалось, что перед ним открывается блестящее будущее. Каждый год в течение десятилетия публиковались один или несколько мемуаров на важные темы, почти каждый из которых содержал какой-нибудь оригинальный материал высочайшей ценности, призванный не только укрепить репутацию Кулона, но и предоставить базовую информацию для дальнейшего развития науки.

Однако в 1789 году разразилась революция, и всем возможностям Кулона для работы пришел конец. Он совершенно не сочувствовал движению, худшие последствия которого он предвидел с самого начала, и сразу же подал в отставку с различных должностей, которые занимал при правительстве. Он ушел на почти абсолютную пенсию, посвятив себя воспитанию своих детей. Однако в течение этого времени он не переставал заниматься наукой, поскольку внес последний штрих в различные статьи, которые он ранее изложил. Однако, к сожалению, его отъезд из Парижа сделал для него невозможным продолжение его исследований в области электричества из-за отсутствия аппаратуры, и поэтому в его жизни произошел десятилетний перерыв в научной деятельности и оригинальных работах. Кроме того, неудивительно, что у него не хватило духу продолжать свою работу в тех ужасных социальных условиях, которые там царили. Многие из его друзей погибли в бурный период Революции; большинство остальных были изгнаны или скрывались. Его любимая страна потерпела неудачу, и он не мог не думать об этом; большинство наций земли действительно были в союзе против нее, и конца этому еще не было видно. Было бы чудесно ожидать от человеческой природы, что она посвятит себя трудным научным проблемам в моменты такого потрясения, как это, и поэтому некоторые возможности первоначального гения Кулона были утрачены для науки в тот катастрофический период.

Как и многие великие открытия науки, самая важная работа Кулона была сделана в ходе других исследований и стала результатом того, что можно было бы назвать счастливой случайностью. Он исследовал свойства проволоки различных видов, особенно в том, что касается ее эластичности, чтобы иметь возможность определить пределы ее использования в различных инженерных проектах. Когда он обнаружил, что упругость при кручении проволоки является постоянным свойством, он начал использовать ее при расчете таких тонких явлений, как электрические и магнитные силы. Первый инструмент для этой цели, который он сконструировал, состоял просто из длинной намагниченной иглы, подвешенной горизонтально на тонкой проволоке. Предположим, что эта игла находится в состоянии покоя, и если отодвинуть ее от магнитного меридиана на определенное количество градусов, скрученная проволока будет иметь определенную тенденцию раскручиваться и возвращать иглу в исходное положение серией колебаний, частоту которых можно легко наблюдать.

Для таких наблюдений можно получить значение силы, действующей на иглу и заставляющей ее перемещаться взад и вперед с заданной скоростью. Это была основополагающая идея, получившая очень простое выражение в хитроумном инструменте, который изобрел Кулон и назвал крутильными весами. С его помощью он приступил к определению закона, который управляет взаимным действием магнитов и наэлектризованных тел в зависимости от расстояния, и обнаружил, что он совпадает с тем, который, как обнаружил Ньютон, справедлив для тел, распределенных по вселенной, то есть притяжение и отталкивание изменяются обратно пропорционально квадрату расстояния. Он также доказал с помощью своих торсионных весов, что силы притяжения и отталкивания изменяются как произведение силы полюсов в одном случае и как произведение электрических зарядов в другом. Это были важные открытия в жизни Кулона; они помогли ему заслужить право присвоить свое имя электрической единице - кулону.

Однако на этом Кулон не остановился, а продолжил применять свои законы к различным другим явлениям. Он доказал, что электричество полностью распределяется по поверхности тела, не проникая сквозь массу проводника, и с помощью расчетов показал, что этот результат является необходимым следствием закона отталкивания.

Список опубликованных им работ по электричеству и магнетизму, названия которых с французской точностью выражения дают превосходное представление об их содержании, показывает полностью прогрессивный и научный дух этого человека и то, как хорошо он переходил от известного к менее известному, всегда расширяя границы познания. Здесь достаточно сказать, что наблюдения Кулона были не только оригинальными, но и что они касались некоторых из самых сложных вопросов в электричестве, и что он расчищал почву для других таким образом, чтобы сделать будущую работу и количественные измерения в электричестве надежными и сравнительно легкими. Именно из-за этой новаторской работы Кулон заслуживает столь высокой похвалы. Вскоре наблюдения Кулона были подтверждены другими, и тогда стали очевидны зачатки современного развития электричества, в немалой степени благодаря исследованиям и изобретениям, гению и изобретательности этого французского военного инженера.

Некоторые фазы развития электротехники, приписываемые другим, на самом деле принадлежат Кулону. Типичным примером такого умаления его заслуг является приписывание Био решения проблемы полного разряда наэлектризованного шара с помощью двух полых

полусфер. Этот эксперимент полностью описан Кулоном, и он даже подчеркивает тот факт, что внешние разряжающие тела не обязательно должны иметь ту же форму, что и заряженная сфера. Некоторые из того, что Куломб принимал за принципы в электричестве, с течением времени оказались не такими реальностями, какими он их считал; но прогресс, который привел к таким противоречиям в его взглядах, стал возможен главным образом благодаря его собственным открытиям. Басня об орле, пораженном стрелой, в которую попало несколько его собственных перьев, настолько стара, что можно подумать, что, когда прогресс науки благодаря ученому выводит людей за пределы того положения, которое он занимал, они не будут винить его в отсталости. Это, однако, один из любопытных критических методов в истории науки, который чаще всего отвергается историками, прослеживающими истоки и развитие.

Статьи Кулона, за исключением его мемуаров "Проблемы статики применительно к архитектуре", его "Исследований методов выполнения работ под водой без необходимости откачки", его "Теории простых машин" и его исследований "О ветряных мельницах", которые образуют отдельные монографии, были опубликованы Французским физическим обществом в одном томе в 1884 году.[\[21\]](#)

Этот том содержит, помимо его исследований наилучшего способа изготовления магнитных игл, его теоретические и экспериментальные исследования силы кручения и эластичности металлических нитей, которые были предприняты для того, чтобы позволить ему превратить свои электрические крутильные весы в нечто большее, чем просто догадки. Все остальные статьи непосредственно связаны с электричеством или магнетизмом и показывают, насколько активно почти сто двадцать пять лет назад великий ум занимался проблемами электричества, которые мы склонны считать более подходящими для нашего времени. Список статей, опубликованных в этих мемуарах, расположенных в хронологическом порядке, дает хорошее представление о развитии электротехники в сознании самого Кулона. В них должен соблюдаться как логический, так и хронологический порядок.

В 1785 году, когда ему только-только исполнилось пятьдесят, были три предмета, в отношении которых экспериментальные наблюдения Кулона позволили ему установить некоторые определенные принципы. Первым из них была конструкция и использование электрических весов, основанных на свойстве проводов создавать крутящий момент, пропорциональный углу кручения. Вторым было определение законов, согласно которым магнитные и электрические "флюиды", как называли их в то время Кулон и исследователи электричества, действуют как в отношении отталкивания, так и в отношении притяжения. Третьим было определение количества электричества, которое изолированное тело теряет за данное время при контакте с более или менее влажным воздухом.

В 1786 году он опубликовал статью, в которой продемонстрировал то, что считал основными свойствами электрической жидкости. Они заключаются в том, что эта жидкость не распространяется по веществу за счет какого-либо химического сродства или какого-либо избирательного притяжения, но что она распределяется по различным телам, которые находятся в контакте, полностью в соответствии с их формой; а также в том, что в электрических проводниках заряд ограничен поверхностью проводника и не проникает на какую-либо заметную глубину.

В 1787 году его единственная работа была посвящена тому, как электрическая жидкость распределяется между двумя проводящими телами, находящимися в контакте, и

распределению этой жидкости по различным частям поверхности этих тел. Он продолжил свои исследования в этой области в 1788 году, а также преуспел в определении плотности электричества в различных точках поверхности проводящих тел.

В 1789 году он начал более подробно изучать магнетизм. В том же году была опубликована его первая статья на эту тему. К сожалению, как мы уже говорили, революция прервала его научные изыскания на этом этапе, и в течение следующих одиннадцати лет у нас нет ничего из-под его пера. Как дворянин, он был вынужден покинуть Париж, и это не только оторвало его от научной работы в целом, но и лишило возможности использовать такие приборы, которые были необходимы для проведения его экспериментов. То, что он поступил благоразумно, покинув Париж, убедительно доказывают карьеры других ученых. Лавуазье продолжал свои химические исследования в бурные времена революции, но его пребывание в столице в конечном итоге стоило ему жизни. Аббат Ои, отец кристаллографии,^[22] который из-за своего вклада в науку о пирозлектричестве представляет для нас особый интерес, продолжал работать над своими кристаллами даже во времена правления террора. Когда его бросили в тюрьму, он попросил и получил разрешение иметь при себе свои кристаллы. Друзья спасли его от участи Лавуазье, но не без усилий, поскольку его жизнь была в серьезной опасности.

Однако легко понять, что такой представитель знати, как Кулон, чья жизнь прошла в военном деле, не должен был серьезно заниматься наукой, пока в его стране царил такой хаос.

В 1801 году он снова возобновил свои исследования, но теперь они больше касались магнетизма. Первым было теоретическое и практическое определение сил, удерживающих различные магнитные стрелки, намагниченные до насыщения, в магнитном меридиане. За этим, в том же году, последовала статья, которая, как и ее предшественница, была опубликована среди мемуаров Института Франции, который заменил Королевскую академию наук, в этот орган были представлены многие работы Кулона прежнего времени, и в публикациях которого они первоначально появились. В этой второй статье подробно описывались его эксперименты по определению силы сцепления жидкостей и закона сопротивления в них, когда движения были очень медленными.

Когда при Наполеоне в 1801 году был организован Французский институт, Кулон был назван в числе его первых членов. Считается, что он даже был избран на место в первом правительстве штата, но это место получил человек, более интересующийся политикой, что стало счастливым обстоятельством для науки. Однако Кулона назначили одним из инспекторов общественного просвещения, занимавшим в то время высшую должность в министерстве образования, и он много сделал для восстановления во Франции системы образования, которая была разрушена во время революции. В этой довольно сложной работе он был отмечен добротой и в то же время твердостью своего характера, в то время как его абсолютная честность и чувство справедливости были признаны всеми сторонами.

К сожалению, Кулону недолго пришлось продолжать свою работу. По возвращении в столицу он с большим энтузиазмом занялся своими экспериментальными и математическими исследованиями, но его здоровье было подорвано, и его работа была грубо прервана. После 1801 года больше ни одна его статья, по-видимому, не публиковалась до 1806 года. Это дало результат различных методов, использованных для получения в лезвиях и стальных брусках наибольшей степени магнетизма. В течение некоторого времени до этого, несмотря на усиливающееся ухудшение здоровья, он продолжал свои эксперименты по изучению влияния

температуры на магнетизм стали. Его работе над этим предметом не суждено было быть законченной, поскольку вскоре после того, как ему исполнилось семьдесят лет, в июне этого года, его здоровье полностью пошатнулось, и он скончался 23 августа 1806 года. Его последние наблюдения были собраны Био, бережно сохранены и нашли место в том же воспоминаний Кулона, выпущенном Французским физическим обществом.

Лично Кулонб отличался большой серьезностью характера, хотя к этому примешивалась мягкость характера, которая установила ему дружеские отношения среди его современников-ученых. У него было мало друзей, но те, кого он допускал к себе в близость, компенсировали глубину своей привязанности к малочисленности своих друзей. Даже те, кому довелось встречаться с ним всего один или два раза, унесли с собой теплые воспоминания о его доброте, вежливости и готовности помочь везде, где он мог быть полезен. Он был чрезвычайно счастлив в своих семейных отношениях, и это оказалось для него большим источником утешения в те годы, когда прогресс Французской революции оторвал его от науки и заставил почти отчаяться в своей стране.

Неудивительно, что био, великий французский физик, в письменной форме кулона в его *Mélanges Scientifiques Et Littéraires*, том. Раздел III. (Париж, 1858), должен был бы представлять Кулона как образец простой, серьезной, полезной жизни и как человека с самым образцовым характером. Он говорит: "Кулонб жил среди людей своего времени в терпении и милосердии. Он выделялся среди них главным образом своей отстраненностью от их страстей и их ошибок, и он всегда сохранял спокойствие, твердость и достоинств *se totus teres atque rotundus*, как говорит Гораций, целостный, совершенный и всесторонне развитый характер". Немногие люди заслуживали столь благородного панегирика, как этот, написанный почти через пятьдесят лет после его смерти человеком, который хорошо знал самого Кулона и его современников; в нем нет преувеличения, характерного для похоронного панегирика, и, очевидно, он основан на деталях знаний о великом электрике, которые стали традицией среди французских ученых и которые Био навсегда вписал в историю науки своим выразительным высказыванием.

Вряд ли можно было бы пожелать лучшей эпитафии, чем Био, резюмирующий личный характер Кулона: "Все те, кто знал Кулона, знают, как серьезность его характера смягчалась мягкостью его характера, и те, кто имел счастье встретиться с ним при вступлении на научную карьеру, сохранили самые нежные воспоминания о его мягком добросердечии".

СНОСКИ:

[21] Collection de Memoires relatifs à La Physique Publiés Par la Société Française de Physique. Tome I., Mémoires de Coulomb. Париж. Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire Du Bureau des Longitudes, de L'École Polytechnique, Quai des Augustins, 55, 1884.

[22] Католические церковники в науке, the Dolphin Press, филадельфия, 1906.

ГЛАВА VII.
Ханс Кристиан Эрстед.



Ханс Кристиан Эрстед

Что бы ни думали о ценности противоречий в других областях знания, они, безусловно, оказались полезными для прогресса экспериментальной науки. Станьте свидетелем оживленной и продолжительной дискуссии, которая состоялась между Вольтой и Гальвани и которая привела к устойчивым результатам на благо человечества. Желая доказать правильность своей теории электризации при контакте против животного электричества Гальвани, Вольт неустанно посвящал себя экспериментам, пока в 1800 году столетия его блестящая работа не завершилась изобретением "сваи", или электрической батареи, носящей его имя.

В течение многих лет в умах физиков росло подозрение, что должна существовать некоторая степень взаимосвязи, возможно, интимной, между магнетизмом и электричеством, между магнитными и электрическими силами. В 1785 году ван Свинден, знаменитый голландский физик, опубликовал работу об электричестве, в которой он описал и прокомментировал ряд аналогий, которые он наблюдал между двумя порядками явлений; но, каким бы объемным ни был труд, он не пролил света на природу предполагаемой взаимосвязи.

Было хорошо известно, что в случае с домами и кораблями, пораженными молнией, ножи, вилки и другие изделия из стали часто оказывались постоянно намагниченными. Следуя этому убедительному наблюдению, экспериментаторы часто пытались придать магнитные свойства стальным иглам с помощью разрядов Лейденской банки, но безуспешно. Иногда от магнетизма оставался какой-то след, а иногда его не было вообще. Ни в коем случае нельзя было заранее сказать, какой конец спицы будет иметь северную полярность, а какой южную.

Хотя сегодня мы лучше подготовлены к исследовательской работе, чем были наши предшественники в области электричества пятьдесят лет назад, мы все еще не в состоянии предсказать полярность, которая приведет к образованию куска железа в результате данного разряда конденсатора. Неопределенность возникает из-за факта, раскрытого Джозефом Генри в 1842 году и хорошо известного сегодня, что при обычных обстоятельствах все такие разряды состоят из броска электричества туда-сюда, то есть они порождают колебательный ток чрезвычайно короткой продолжительности. Будь это иначе, то есть если бы разряд был однонаправленным, игла всегда была бы намагничена с интенсивностью, пропорциональной высвобождаемой энергии; и в каждом случае можно было бы с уверенностью предсказать результирующую полярность, которую приобрела бы игла.

С появлением вольтовой батареи, генератора, обеспечивающего постоянный ток в одном направлении, интересная проблема взаимосвязи между электрическими и магнитными силами была снова решена; и на этот раз со значительным успехом.

Вероятно, самым первым исследователем в этой области был Романьози, итальянский врач, проживавший в Тренте (Тироль), который в 1802 году опубликовал в "Газетте" своего города отчет об эксперименте, который он провел и который показал, что он работает над многообещающими направлениями. Вот что он сделал: подсоединив один конец серебряной цепочки к вольтовой батарее и пропустив цепочку через стеклянную трубку с целью изоляции, он поднес свободный конец, заканчивающийся набалдашником, к стрелке компаса, также изолированной. Сначала игла притягивалась, а после контакта отталкивалась. Что бы Романьози ни думал о своем эксперименте и его теоретическом значении, притяжение и последующее отталкивание стрелки компаса, которые, по его словам, он наблюдал, были электростатическими, а не электромагнитными эффектами. Итальянский врач действительно

был на пороге великого открытия, но он остановился на своем пути и упустил свою возможность.

Моджону, профессору химии в Генуе, повезло немного больше, хотя он тоже не смог улучшить свои возможности. В 1804 году он попытался намагнитить стальные иглы, поместив их на двадцать дней в цепь с батареей из ста элементов типа crown-of-cups, и с удовлетворением обнаружил, что они постоянно намагничены при извлечении из цепи. В отличие от электростатического эффекта его соотечественника Романьози, это, несомненно, был электромагнитный эффект, первое звено в длинной цепи, соединяющей электричество с магнетизмом.

То, что этот результат привлек в то время широкое внимание, чего он вполне заслуживал, видно из упоминания, данного Изарном в его "Руководстве по гальванизму" и Альдини в его "Теоретических и экспериментальных исследованиях гальванизма", оба из которых были опубликованы в Париже в том же 1804 году.

Хотя руководства Изарна и Альдини послужили новым толчком к поиску взаимосвязи между электричеством и магнетизмом, однако кардинальное открытие было сделано одним философом только в 1820 году, а интимная связь выявлена другим. Тогда по всей Европе гремели имена Эрстеда, удачливого первооткрывателя "магнитного эффекта" электрического тока, и Ампера, чей виртуозный анализ раскрыл природу долгожданной связи. В восторге от этого часа люди называли Эрстеда Колумбом электричества, а Ампера - Ньютоном.

Хотя Эрстед был философом высокого уровня и интересным и блестящим лектором, он, тем не менее, был плохим экспериментатором. Он был хорош в абстрактном, неуклюж в конкретном. Часто он обращался за помощью к ученику, чтобы провести эксперимент для класса под его руководством. Ханстин, известный своими очень тонкими работами в области земного магнетизма, часто пользовался этой привилегией, поскольку у него был ясный ум и ловкие руки. В письме Фарадею он сказал: "Эрстед был гениальным человеком, но очень неудачливым демонстратором, поскольку не умел манипулировать приборами".

В поисках каких-либо доказательств физического взаимодействия между электричеством и магнетизмом Эрстед однажды поместил провод, пропускающий ток вертикально, поперек стрелки компаса; и, не получив никакого результата, казался сильно разочарованным. Он, очевидно, ожидал, что игла каким-то образом отреагирует на энергию тока; и таким образом она отреагировала бы, если бы он поместил провод в любое другое положение, отличное от того, которое он выбрал. Датский философ теперь колеблется и из-за недостатка хладнокровия, терпения и находчивости рискует потерять венец своей жизни. Он разочарован своей неудачей и в данный момент довольствуется размышлениями об этом.

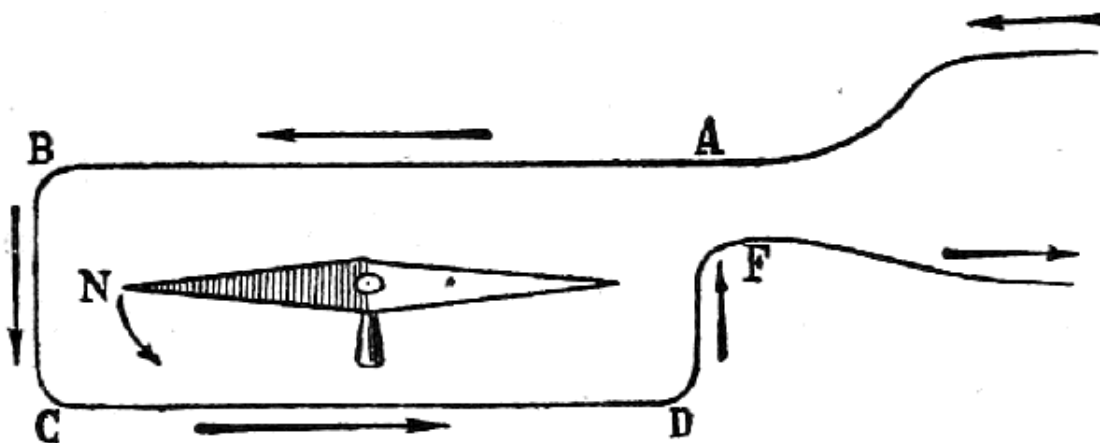


Рис. 22

Магнитный эффект электрического тока. Эрстед, 1820 г.

В другой раз, имея в своем распоряжении более мощную батарею, он решил повторить эксперимент в надежде, что большая энергия, которой он располагал, заставит магнит отреагировать. На этот раз он протянул проволоку вдоль стрелки компаса и параллельно ей, когда, к его огромному удовольствию, магнит повернулся в сторону, как только цепь замкнулась. Результат был заметным и мгновенным. Профессор, энтузиаст по натуре, радовался своей удаче, и вполне мог бы так поступить, поскольку только что сделанному им открытию было суждено произвести революцию в существующих способах передачи разведанных в отдаленные уголки и привести самые отдаленные страны в прямую и непосредственную связь друг с другом.

То, что Эрстед пришел в экстаз от своего успеха, было вполне естественно, хотя и не указано, что он проявлял свой энтузиазм, совершая какие-либо необычные подвиги. Когда Лавуазье делал открытие, он обычно хватался за своего ассистента и от радости пускался с ним в пляс. Проведя в своей лаборатории некий успешный эксперимент, Гей-Люссак дал волю своим чувствам, пританцовывая по комнате и при этом хлопая в ладоши. Рассказывают, что, когда Дэви увидел, как первые шарики калия пробивались сквозь корку поташа и загорелись, его восторгу не было предела. Он также увлекся танцами, и должно было пройти некоторое время, прежде чем он достаточно успокоился, чтобы продолжить свою работу. Даже хладнокровный и самообладающий Фарадей иногда становился теплее, видя, что его усилия увенчиваются успехом. Говорят, что, когда он получил провод, по которому проходил ток, вращающийся вокруг полюса магнита, он энергично потер руки и заплясал вокруг стола, его лицо сияло от восторга: "Ну вот, вот, наконец-то у нас получилось", - сказал он. Затем он радостно предложил прервать работу на день и провести вечер у Эстли, наблюдая за подвигами хорошо обученных лошадей!

Осознав, что его эксперимент имеет фундаментальное значение в физической теории, наш философ продолжает повторять его при различных условиях. Он помещает провод, по которому проходит ток, перед иглой, за ней, под ней, поперек нее; в каждом случае он меняет направление тока на обратное и замечает, в каком направлении поворачивается игла. Хотя он очень четко формулирует результаты, он не дает общего правила, по которому направление отклонения можно было бы предсказать исходя из направления течения. Была необходима *memoria technica* на все возможные случаи, и Ампер незамедлительно предоставил ее, который в порыве гениальности разработал правило маленького пловца. С тех пор были добавлены другие, такие как правило закручивания пробки и правило, включающее вытянутую

правую руку; но пловец по-своему привлекает воображение юных учеников. Это доставляет удовольствие, когда поучает; это гениально, но в то же время удивительно просто.

Было сказано, что философ из Копенгагена по чистой случайности был привлечен к эксперименту, который сохранит его имя в веках; но поскольку в течение тринадцати лет он искал результат, аналогичный тому, который он получил, будет только справедливо отдать ему полную должное за достигнутый успех. Было хорошо замечено, что семена великих открытий постоянно витают вокруг нас, но пускают корни только в умах, хорошо подготовленных к их восприятию. Несчастные случаи типа Эрстеда случаются только с людьми, которые их заслуживают, как это было в случае с Мушенбруком и Гальвани в восемнадцатом веке и с Рентгеном в девятнадцатом. Электризация колбы с водой, подергивание лягушачьих лапок в ответ на электрические искры и затемнение чувствительного экрана удаленной экранированной трубкой Крукса привели в первом случае к электростатическому конденсатору, во втором - к "гальванизму", а в третьем - к фотографированию невидимого.

Описывая открытие Эрстеда, Фарадей сказал, что "Оно распахнуло ворота области науки, до тех пор остававшейся темной, и наполнило ее потоком света".

Открытие 1820 года было встречено по всей Европе необычайным взрывом энтузиазма. Эрстеда хвалили со всех сторон. На него посыпались почести: Лондонское королевское общество наградило его медалью Копли; Французская академия наук наградила его золотой медалью за физико-математические науки; Пруссия наградила его орденом за заслуги, а его собственная страна сделала его рыцарем Данеборга.

Эрстед, не теряя времени, подготовил мемуары по теме своей работы, экземпляр которых был разослан ученым обществам и самым известным философам Европы. Мемуары, написанные на латыни и датированные 21 июля 1820 года, состояли из четырех страниц quarto с заголовком "Эксперименты по влиянию электрического конфликта на магнитную стрелку".

Прочтение этой статьи приводит к убеждению, что Эрстед довольно хорошо осознал силы, которые вступили в игру в его эксперименте; поскольку в одном месте он говорит об эффекте как о результате поперечной силы, исходящей от проводника, по которому проходит ток, и снова как о конфликте, действующем при вращении вокруг провода. Полное описание природы механической силы, создаваемой проводником, пропускающим ток по магнитной стрелке, было дано почти сразу Ампером, опытным аналитиком и экспериментатором.

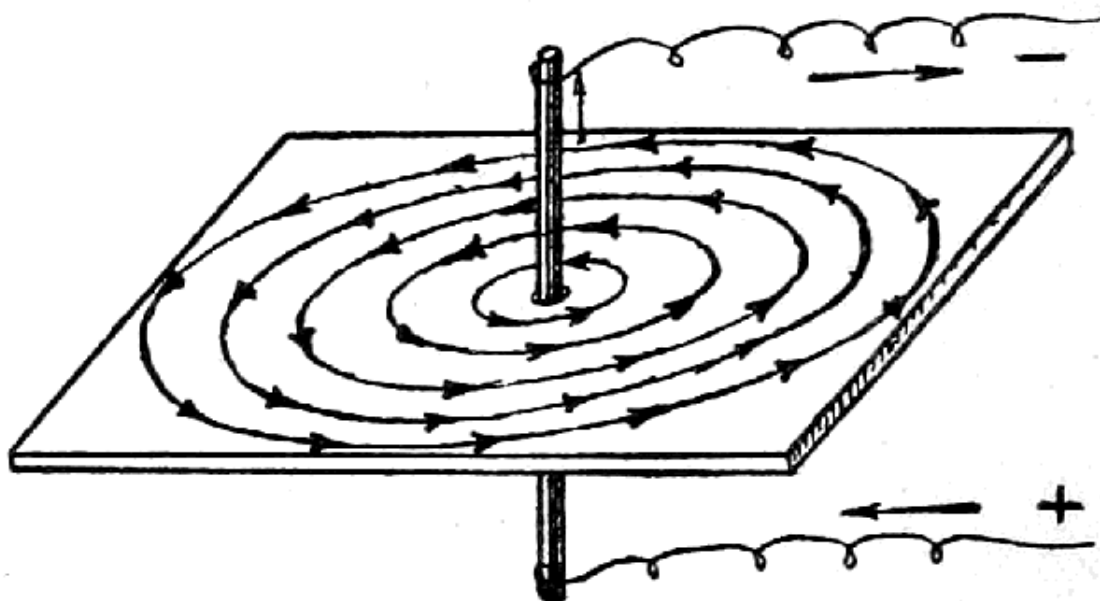


Рис. 23

Магнитное поле, окружающее проводник, по которому проходит ток

В истории науки навсегда останется тот факт, что менее чем через два месяца после публикации мемуаров Эрстеда Амперу удалось продемонстрировать механическое воздействие элемента тока не только на саму магнитную стрелку, но и на аналогичный элемент соседнего проводника, по которому проходит ток, тем самым основав новую науку на физическом факультете - электродинамику.

Эрстед, по-видимому, не задумывался о практических возможностях своего открытия. Целя утилитарность в науке, он, очевидно, предпочитал стремление к знанию ради него самого. В речи, которую он произнес в 1814 году перед Копенгагенским университетом, он официально заявил, что "Настоящий работник в научной области выбирает знание в качестве своей высшей цели".

Так говорил Платон много веков назад и так говорил Архимед, который считал, что философу нежелательно стремиться применять открытия науки для каких-либо практических целей. Изобретенный им винт, его катапульты и горящие зеркала, однако, показывают, что при необходимости сиракузский математик мог спуститься с безмятежных высот исследования на прозаическую арену применения.

До того, как Эрстед заговорил о "настоящем работнике", Томас Янг утверждал, что "Те, кто обладает подлинным духом научного исследования, довольствуются тем, что продолжают свои изыскания, не задаваясь на каждом шагу вопросом, что они получают от своих недавно открытых достижений и к каким практическим целям они применимы".

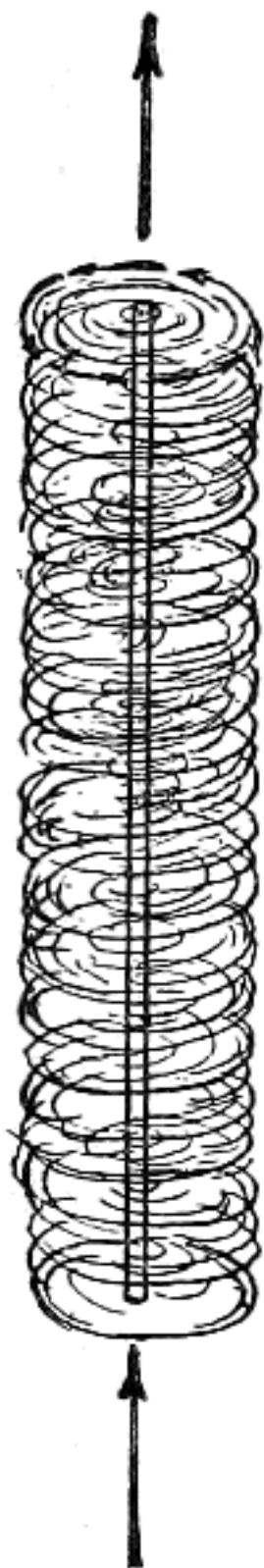


Рис. 24

Магнитный вихрь, окружающий провод, по которому проходит ток

Самый выдающийся преемник Янга в Королевском институте, Майкл Фарадей, спокойно, но непоколебимо посвятил себя исследовательской работе в убеждении, что ни одно открытие, каким бы отдаленным по своей природе оно ни было от предмета повседневных наблюдений,

не может быть с полным основанием объявлено полностью неприменимым к благу человечества. После открытия в 1831 году, что электрический ток может вырабатываться за счет относительного движения магнитов и мотков проволоки, открытия, которое является основой всей электротехники наших дней, Фарадей сконструировал несколько экспериментальных машин, воплощающих этот принцип, а затем резко свернул работу, сказав: "Я скорее желал открыть новые факты и новые соотношения, зависящие от магнитоэлектрической индукции, чем увеличить силу уже полученных, будучи уверенным, что последние найдут свое полное развитие в дальнейшем".

Наш собственный Джозеф Генри, чьи неоспоримые достоинства признаны всеми, прекрасно сказал по этому поводу: "Тот, кто любит истину ради нее самой, чувствует, что ее высочайшие притязания снижаются из-за того, что его постоянно призывают к немедленной и ощутимой полезности".

Эрстед, по-видимому, разделял мнение, которого в основном придерживались ученые его времени, о том, что электричество - это в основном магнитное явление. Ампер, например, так не думал, как видно из прекрасной теории, которую он разработал, чтобы объяснить магнетизм бруска с помощью слабых электрических токов, протекающих вокруг каждой отдельной молекулы железа. Для французского физика магнетизм был чисто электрическим явлением.

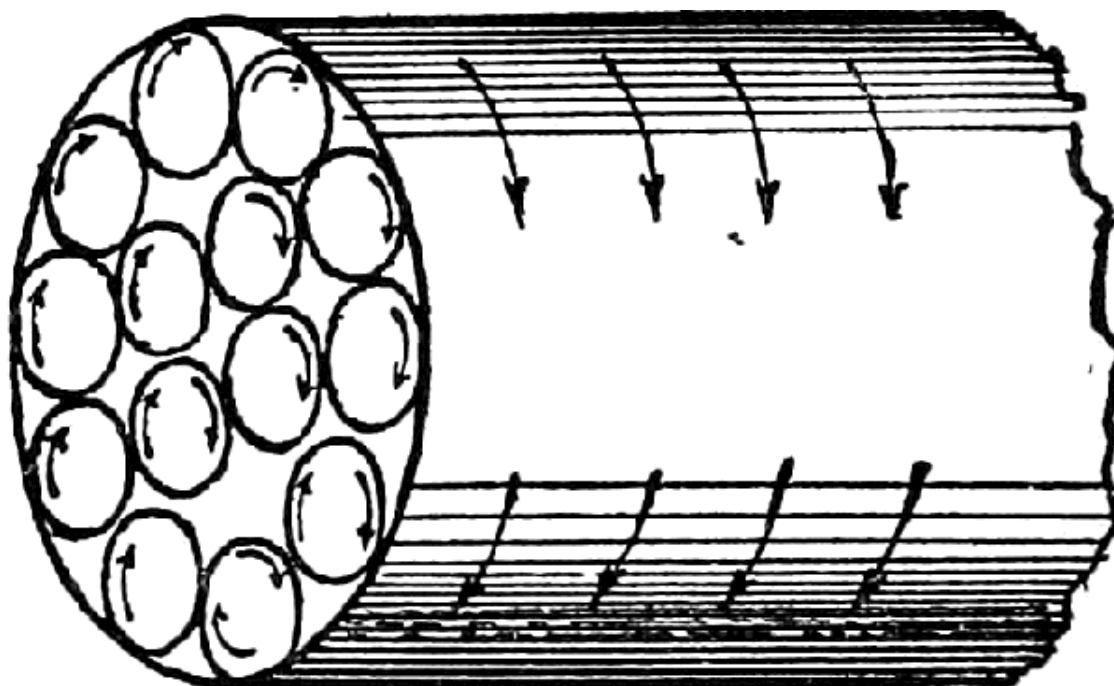


Рис. 25

Молекулярные токи Ампера

Хотя эта теория была выдвинута более восьмидесяти лет назад, она все еще находится в гармонии со всеми фактами и явлениями в области магнетизма, известными на сегодняшний день. Размышляя об этой физической теории, важно помнить, что рассматриваемые амперные токи ограничены молекулой и что они не перетекают от одной молекулы к другой. Критики выступали против теории о том, что молекулы должны нагреваться за счет циркуляции этих элементарных токов, на что был дан ответ, что, поскольку мы ничего не знаем о природе молекулы, мы не можем сказать, что она оказывает какое-либо сопротивление току; и,

следовательно, мы не можем утверждать, что происходит какое-либо выделение тепла за счет циркуляции этих элементарных токов.

К чести Ампера следует отметить, что он также был первым, кто предложил практическое применение открытия Эрстеда, которое представляло собой не что иное, как сам электрический телеграф. Он предположил, что отклонение магнитной стрелки можно было бы использовать для передачи сигналов из одного места в другое с помощью такого количества игл и цепей, сколько букв в алфавите. Если бы Ампер только вспомнил оптические и механические телеграфы, использовавшиеся в его время, такие как размахивание фонарей ночью, развешивание флажков и движение семафоров днем, он мог бы свести свои двадцать четыре схемы к одной, используя два элемента, а именно движение стрелки вправо и движение влево, чтобы составить весь алфавит. Азбука Морзе заменила эти отклонения точкой и тире и, таким образом, сделала прием сообщений автоматическим и постоянным.

В связи с предложением использовать магнитную стрелку для передачи информации читатель, без сомнения, вспомнит телеграф влюбленного, так прекрасно описанный Аддисоном в "Зрителе" за 6 декабря 1711 года; но каким бы гениальным он ни был, этот магнитный телеграф был чисто творением воображения.

Это хитроумное тщеславие приписывалось кардиналу Бембо, элегантному ученому и личному секретарю папы Льва X.; но именно его друг Порты, разносторонний философ, сделал его широко известным благодаря яркому описанию, которое он дал в своем знаменитом труде "Естественная магия", опубликованном в Неаполе в 1558 году.

Этот симпатический телеграф, как нам сказали, состоял из магнитной стрелки, установленной в центре циферблата, вокруг которой были написаны буквы алфавита. Два счастливица, которым выпала честь вести *беспроводную* переписку друг с другом, договорившись о дне и часе, направляются в комнату, в которой хранится чудесный инструмент, где, как только один из них переводит стрелку своего передатчика на букву, дальняя стрелка сразу поворачивается в соответствии с той же буквой на его циферблате!

Сила магнитного притяжения такова, что приборы будут успешно работать, несмотря на холмы, леса, озера или горы! У Порты есть это: "С другом на расстоянии, запертым в тюрьме, мы можем поделиться своими мыслями; что, я не сомневаюсь, можно сделать с помощью циркуля, обведенного алфавитом".

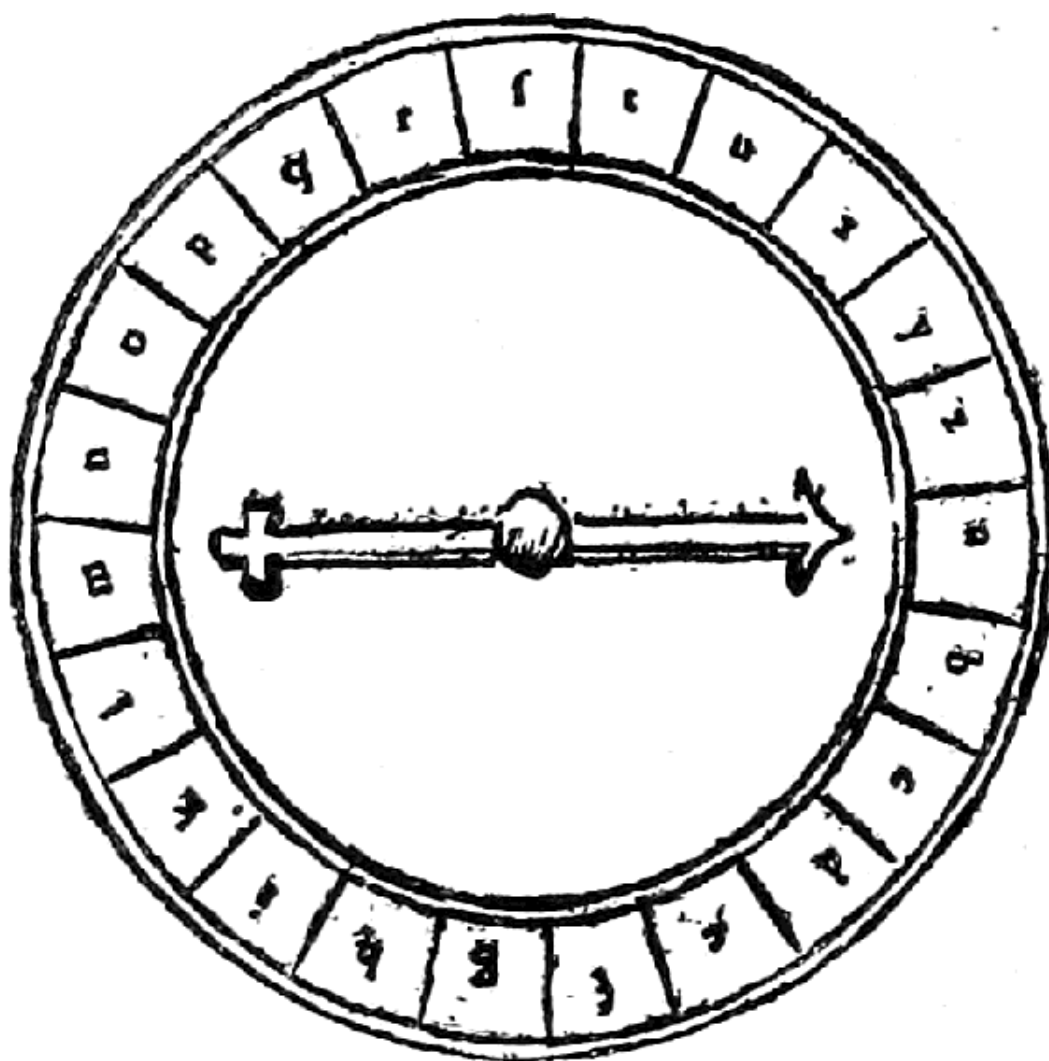


Рис. 26

"Сочувственный телеграф" из *"Магнетической философии"* Кабео, 1629

Этот симпатический магнитный телеграф широко фигурирует в научной литературе шестнадцатого и семнадцатого веков: одни верили в эту выдумку, другие осуждали ее. Эддисон описал это элегантно прозой, а Эйкенсайд - прекрасными стихами. Пожалуй, самым известным сочинением на эту тему является короткое латинское стихотворение, написанное в стиле и духе Лукреция в 1617 году итальянским иезуитом Фамианом Страда. Через несколько лет после публикации в "Пролюзиях" автора метрический перевод был сделан Хэйквиллом и помещен на страницу 285 его "Апологии, или Декларации силы и Провидения Божьего", 1630.

Из-за интереса, который вызывает это знаменитое сочинение, и из-за трудностей с получением "Апологии" Хэйквилла мы приводим его версию стихотворения.

Груз, стоящий выше всех других камней, обладает этим странным свойством,
если приложить к нему различные стали или иглы,
они притягивают такую силу и движение, что они
наклоняются
и поворачиваются к Медведю, который блистает возле Шеста.
Более того, все больше сталей, соприкасающихся с этим добродетельным камнем,
Странным и чудесным образом вступают в сговор,

соединяясь воедино:

Как будто одна из этих сталей в Риме перемешивается, другая
точно так же перемешается, хотя они далеко друг от друга,
И все благодаря силе Природы и тайному сочувствию;
Что ж, тогда, если вы хотели бы что-нибудь посоветовать своему другу,
Который живет далеко, которому вы не можете отправить письма;
Сделайте большой гладкий круглый стол, напишите
перекрещивающийся ряд
По порядку на листе бумаги. обведи его, а затем вложи
иглу в середину, которая касается Груза, чтобы
к какой бы ноте ты ни обращался, она могла превратиться в прямую.
Затем обрамьте другой шар во всех отношениях подобным образом,
опишите край и точно так же положите на него сталь,
ту сталь, которая извлеклась из того же самого Магнетического движения;
Этот шар отправь со своим другом, когда он попрощается.
Но сначала договаривайтесь о днях, когда вы действительно хотите
доказать

, шевелится ли сталь и на какую букву она движется.

Сделав это, если ты хочешь
посоветоваться со своим другом,
Который находится в стране, очень далекой от тебя,
Возьми сферу и сталь, которые были нанесены на сферу
Крест-накрест по краю, который ты видишь, в указанном порядке.
Какие ноты обрамят твои слова, на них направь свою
сталь

, И иногда на это, иногда на то нотное колесо,
Вращая его так часто, пока не обнаружишь, что
Ты собрал воедино весь смысл своего разума.
Твой друг, живущий далеко, о странник! ясно
видит

, как сталь так шевелится, хотя ее и не должен был шевелить никто,
Бегая то сюда, то туда: он осознает заговор,
Пока проводник по стали преследует его, и читает от ноты к ноте.
Затем, облакая эти заметки в слова, он ясно видит,
что нужно сделать, каков иголка Трачмана.
Теперь, когда сталь прекращает свое движение, если твой друг
сочтет это удобным, ответь на отправку,
он может пойти тем же путем; и своей иглой
напиши

, касаясь нескольких нот, которые он перечисляет бесконечно.

Если бы Богу было угодно, люди
использовали бы этот курс,
их письма приходили бы быстрее и вернее,
Никакие реки не остановили бы их и воры не перехватили бы их;
Принцы своими руками могли бы добиться успеха в своем деле.
Мы, писцы из причерноморья, наконец-то с искренним

желанием
освятили наши перья У алтаря Богородицы.

Другой перевод стихотворения был сделан доктором Сэмюэлем Уордом и опубликован в конце его книги "Чудеса магнита", 1640 год.

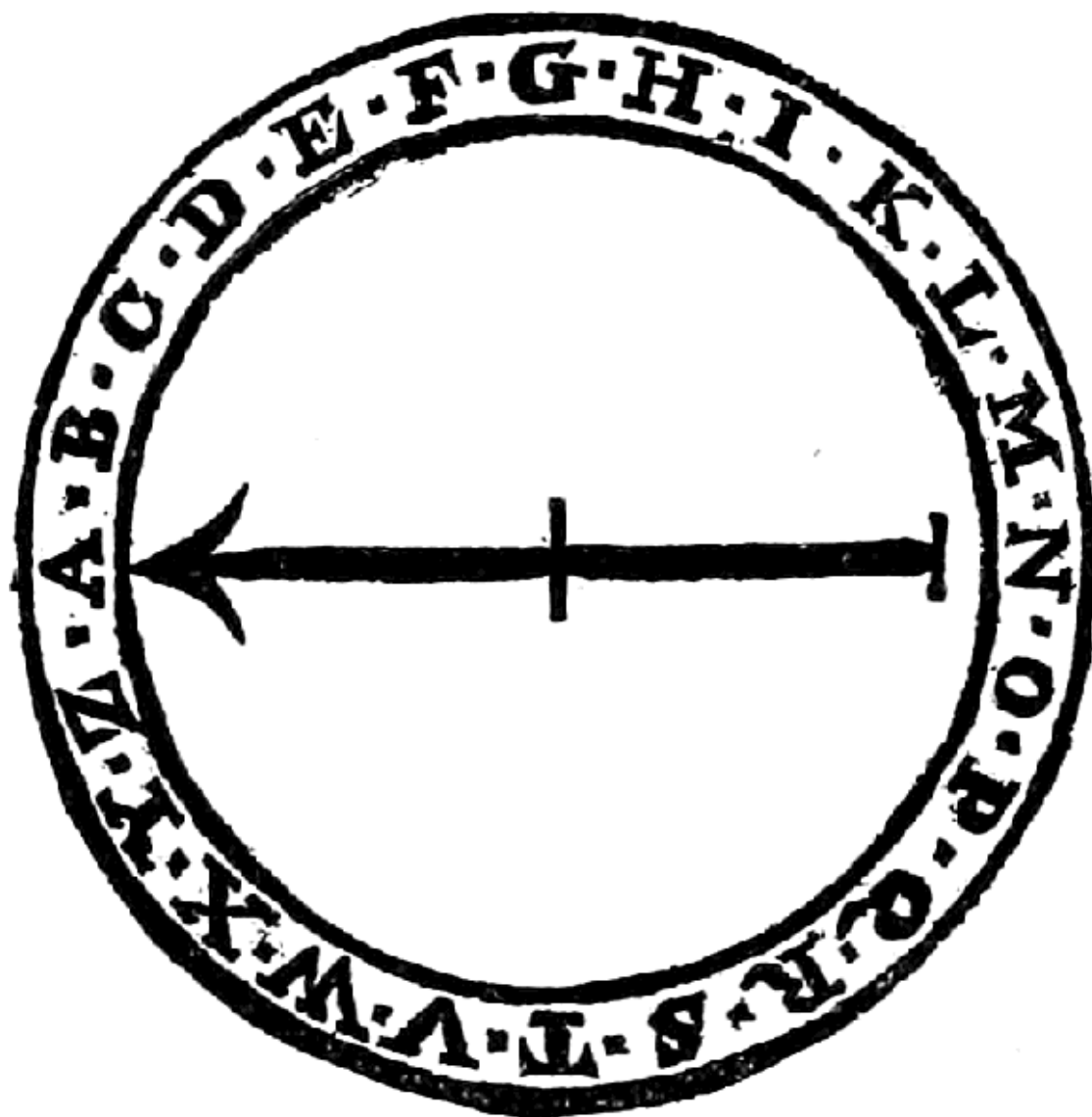


Рис. 27

"Сочувственный телеграф" из "*Ars Notoria*" Тернера, 1657 г.

Предложение Ампера, сделанное, как мы видели, в 1820 году, было не первым предложением использовать электричество для телеграфных целей. Уже в 1753 году автор в *Шотландском журнале*, подписавшийся С. М. (Чарльз Моррисон из Гринока, согласно сэру Дэвиду Брюстеру, и Чарльз Маршалл из Пейсли, согласно Латимеру Кларку), изложил метод, включающий использование электричества трения; а Лесаж из Женевы в 1774 году сконструировал короткую экспериментальную линию, состоящую из двадцати четырех проводов и пробкового электроскопа. Но человеком, добившимся наибольшего успеха в использовании статического электричества для этой цели, был Рональдс из Лондона, который в 1816 году соорудил в своих

садах в Хаммерсмите однопроводную линию длиной восемь миль с парой пробковых шариков и вращающимся диском в качестве приемного устройства.

Убедившись, что его система практична и надежна, Рональдс написал главе разведывательного управления в Лондоне, настоятельно призывая использовать его изобретение на государственной службе; но ему быстро дали понять, что высокопоставленные лица редко поощряют изобретателей, и этот ответственный чиновник вежливо проинформировал его, "что телеграфы всех видов совершенно не нужны" и что не будет принят никакой другой, кроме используемого в повседневной жизни механического.

Сочиняя эти слова, представитель британского правительства, должно быть, забыл опыт 1812 года, когда результат битвы при Саламанке был передан семафором из Плимута в Лондон, и в этом случае туман прервал сообщение после передачи первых двух слов: "Веллингтон разбит", а остальная часть депеши, "французы в Саламанке", достигла столицы только на следующее утро!

Краткий очерк жизни нашего философа, чье открытие магнитного действия вольтова тока в 1820 году привело к изобретению электрического телеграфа, не может быть лишен интереса.

Ханс Кристиан Эрстед родился 14 августа 1777 года в маленьком городке Рудкьебинг на острове Лангеланд, Дания. Будучи сыном бедных родителей, его ранние годы прошли в очень стесненных обстоятельствах. Он и его младший брат были в основном обязаны своим собственным усилиям по получению всех необходимых знаний. Городок, в котором они жили, был небольшим и предлагал мало возможностей для получения образования, даже если семейная казна была такова, что позволяла мальчикам ими пользоваться. Однако в этом заведении был немецкий мастер по изготовлению париков, который был немного более продвинут в знаниях, чем большинство горожан. Ему и его жене нравились мальчики Эрстед, которых очень часто можно было встретить в мастерской изготовителя париков. Добрая хозяйка научила их читать, а сам художник немного научил их немецкому. Ханс Кристиан так быстро продвигался в учебе, что приобрел репутацию не по годам развитого человека, что, при обычном предубеждении против сообразительных детей, заставляло соседей пророчески качать головами и говорить: "Ребенок не выживет; он слишком умен, чтобы долго протянуть".

Ханс Кристиан выучил азы арифметики из старого школьного учебника, который он случайно подобрал; и как только он немного продвинулся вперед, он принялся обучать своего брата. Весьма вероятно, что учитель извлек из этого процесса обучения не меньшую пользу, чем ученик. Невзгоды - хорошая школа как для формирования характера, так и для приобретения знаний. Из жизни таких людей, как Эрстед, Фарадей, Кеплер, Ом и других, выросших в бедности, очевидно, что для развития ума, которое мы называем образованием, необходимы не столько возможности для получения образования, сколько искренняя решимость и неизменное желание его получить. Даже отрочество создает свои собственные возможности для получения образования, несмотря на возникающие препятствия, если в нем есть только решительное рвение, ярко выраженная жажда знаний.

Примерно в то время, когда юные Эрстеды достигли подросткового возраста, их отец нанял частного учителя, чтобы тот немного обучил их основам латыни и греческого. Этот случайный наставник был всего лишь странствующим учеником, случайно оказавшимся в том месте вовремя; но мальчики в своем стремлении учиться извлекли из его уроков больше пользы, чем

многие мальчики их возраста в наши дни часто получают от помощи и поощрения тщательно подобранного и академически подготовленного наставника.

В возрасте двенадцати лет Эрстед-старший был принят в аптеку своего отца в качестве помощника - должность, которая, казалось, должна была положить конец всем возможностям для дальнейшего продвижения по пути обучения. Когда мальчик идет в аптеку в официальном качестве, его будущая карьера обычно решена; он остается аптекарем до конца. Однако его новое призвание оказалось началом новой интеллектуальной деятельности для Эрстеда. Химическая сторона его работы стала для него источником новой информации, а также стимулом узнать все, что он мог, о химии и смежных предметах. Наука стала хобби молодого аптекаря, и ему нравилось все, что с ней связано. Тем, что Ганс узнал, он, как обычно, поделился со своим братом, который уже начал интересоваться другими областями знаний, особенно юриспруденцией.

Желание мальчиков продвигаться вперед росло вместе с их багажом знаний. Соответственно, когда в 1794 году Гансу было всего семнадцать лет, а его брату шестнадцать, они оба поступили в Копенгагенский университет. Их отец мало чем мог помочь им, так что они были вынуждены жить тихо и экономно, что явно благоприятствовало последовательной и эффективной учебе. Они стали настолько успешными в своих занятиях, что вскоре начали привлекать к себе внимание. Сдав экзамены с зачетом, они были рекомендованы для получения денежной помощи из образовательного фонда, созданного правительством с этой целью. Даже тогда, поскольку поступления едва ли соответствовали расходам, они стремились увеличить свой небольшой доход, давая частные уроки в часы досуга. Здесь мы имеем поразительный пример того, чего могут достичь люди, которые прокладывают себе путь в колледже вопреки неблагоприятным обстоятельствам; в этих двух братьях мы имеем доказательство истины, что ум студента, его желание и решимость работать имеют большее значение в образовании, чем прекрасные возможности, которые могут выпасть на его долю.

В 1799 году Эрстед подготовил диссертацию на тему "Архитектоника естественной метафизики", которая принесла ему докторскую степень по философии. Хотя молодой врач без колебаний обсуждал метафизические проблемы и даже не соглашался с Кантом в то время, когда большинство тевтонских умов находились под сильным влиянием кенигсбергского философа, его главные интересы, однако, были сосредоточены в экспериментальных науках, в физике и химии.

Несмотря на свою преданность науке, Эрстед позволял себе, чтобы отвлечься, время от времени заглядывать в область литературы. В то время в северной части Европы давало о себе знать великое литературное и художественное движение. Эстетическое пробуждение тевтонских народов произошло после трех столетий религиозных и политических волнений, плохо приспособленных для интеллектуального развития. Лессинг и Винкельман, Гете и Шиллер, два Шлегеля и Клопшток, а также молодые поэты Уланд и Кернер либо уже работали, либо собирались начать свою выдающуюся карьеру, и соседние скандинавские народы начинали серьезно страдать от движения, которое происходило среди их братьев. На третьем курсе своего университетского курса Эрстед вошел в списки претендентов на литературные награды по вопросу "Каковы границы прозы и поэзии?". и получил удовлетворение от того, что выиграл золотую медаль, предложенную на конкурс. Несмотря на этот эпизод,

свидетельствующий о преданности музам, Эрстед блестяще сдал фармацевтический экзамен; и в следующем году ему удалось получить еще одну премию, на этот раз за медицинское эссе.

После такого периода подготовки можно было ожидать, что перед Эрстедом откроется блестящая карьера; но, к сожалению, он не мог позволить себе ждать медленного академического вознаграждения, поскольку ему было абсолютно необходимо начать зарабатывать себе на жизнь. С этой целью, вскоре после окончания университета, он согласился на должность менеджера аптеки. Поскольку жалование, полагавшееся в офисе, было довольно скромным, он увеличил свои ресурсы, читая по вечерам лекции по таким знакомым предметам, как химия, натурфилософия и метафизика.

Примерно в это время *жажда странствий*, или страсть к путешествиям, овладела нашим молодым философом; и под ее влиянием он решил собственными глазами увидеть, чем занимаются люди научного профиля во Франции и в Германии. Его собственные стесненные обстоятельства не позволили бы ему предпринять такое путешествие; но ему посчастливилось выиграть *stipendium cappelianum*, который позволил ему путешествовать за счет правительства в течение пяти лет, хотя он использовал его только в течение трех. Если когда-либо денежная помощь приносила долговременные результаты, то именно в этом случае.

В 1801 году, в возрасте двадцати четырех лет, Эрстед отправился из Копенгагена в свое грандиозное турне, преисполненный решимости сделать это путешествие не только сентиментальным, но и научным. В Германии, которую он впервые посетил, он познакомился с востоковедом Клапротом; минералогом Вернером; астрономом Ольберсом; философами Фихте, Шеллингом и двумя Шлегелями; и, прежде всего, с молодым и блестящим физиком Иоганном Вильгельмом Риттером, который обсуждал с ним теорию чудесной "кучи", изобретенной Вольтой в предыдущем, 1800 году.

В Париже Эрстед провел около пятнадцати месяцев, в течение которых он поддерживал обычные отношения со многими учеными, которые как раз в то время придавали большой блеск французской науке. Назовем лишь некоторых: это были Кювье, ведущий естествоиспытатель своего времени; аббат Ои, кристаллограф с мировым именем; Био, блестящий толкователь физики; Шарль, открывший закон, носящий его имя; Бертолле, сподвижник математика Монжа и химика Лавуазье.

По возвращении в столицу Дании в 1804 году Эрстед прочитал курсы лекций по электричеству и магнетизму, свету и теплу перед многочисленной и культурной аудиторией; и успех, которого он добился, был таков, что в возрасте двадцати девяти лет он был назначен на кафедру физики Копенгагенского университета.

Почти сорок пять лет ему было суждено занимать эту академическую должность, так что его связь с этим учебным заведением продолжалась целых полвека.

Усердно выполняя обязанности на своей кафедре и занимаясь любимыми научными дисциплинами, Эрстед не забывал о своих гражданских и альтруистических обязательствах. Он часто читал научно-популярные лекции, которые были открыты как для женщин, так и для мужчин. Он помогал в организации бюро, через которое лекции читались бы в различных частях страны, и таким образом стал пионером в том, что мы сегодня называем движением за распространение знаний в университетах. Когда после Французской революции 1830 года в Дании начали обсуждаться демократические идеи, Эрстед был одним из тех, кто принимал

участие в поступательном движении за улучшение жизни народа. В 1835 году он участвовал в создании Общества свободы печати, а когда Кристиан VIII. взошел на трон, он обратился к новому монарху с речью либерального толка, приветствуя его за интерес, который он проявлял к развитию науки и подъему народных масс.

Представление о положении, отведенном Эрстеду его коллегами в мире науки, можно составить из выступления сэра Джона Гершеля на заключительном заседании Саутгемптонского собрания Британской ассоциации в 1836 году, в котором выдающийся астроном сказал: "В науке есть только одно направление, которое примет стрелка, направленная на европейский континент, и это направление - в сторону моего уважаемого друга, профессора Эрстеда. Глядя на его хладнокровные манеры, кто бы мог подумать, что он обладает такой огромной властью, способной изменить все состояние науки и почти все знания о мире? На этой встрече он развил некоторые из тех неведомых и замечательных сил природы, которые он открыл первым и которые почти дошли до того, что вынудили нас изменить наши взгляды на самые обычные законы энергии и движения. Он разрабатывал свои идеи медленно и уверенно, выдвигая их вперед только по прошествии долгого времени. Как часто я молил Небеса, чтобы мы могли растоптать и навсегда стереть с лица земли поспешные обобщения, которыми отмечен нынешний век, и выдвинуть другую, более безопасную систему исследования, подобную той, которая легла в основу исследований нашего друга! Именно в глубоких тайниках, так сказать, камеры, Эрстеду впервые пришла в голову смутная мысль. Он долго и спокойно ждал рассвета, который наконец настиг его, изменив все отношения науки и жизни. Электрический телеграф и другие чудеса современной науки были всего лишь проявлениями на поверхности этого его глубокого, загадочного открытия. Если бы мы хотели охарактеризовать какой-либо цифрой полезность Эрстеда для науки, мы бы рассматривали его как оплодотворяющий дождь, нисходящий с небес, который принес новый урожай, восхитительный для глаз и приятный сердцу".

Можно заметить, что во времена Эрстеда ранняя специализация, к счастью, была неизвестна. Его образование было обширным, а интеллектуальная деятельность - еще более обширной. Не менее интересны, чем многие его научные исследования, некоторые из его вкладов в философию и некоторые из его взглядов на значение материальной вселенной. Эрстед, светский человек с широким кругом интересов и философ, живший на высоких интеллектуальных высотах, был одним из самых разносторонних людей в истории мысли, принимавших активное участие в науке, литературе, политике и решении социальных проблем. У него была возможность познакомиться со многими известными учеными и философами того столетия, и с некоторыми из них он поддерживал очень тесные контакты. Он регулярно присутствовал на научных конгрессах, на которых отличился ведущей ролью, которую принимал в их обсуждениях. Таким образом, его мнения по великим жизненным проблемам, религиозным, моральным, социальным и политическим, вызывают наше уважение даже там, где они не требуют нашего одобрения. Таким образом, наш датский философ заслуживает того, чтобы выступить в качестве представителя своего поколения ученых по великим вопросам, которые касаются отношений человека к своим собратьям, к премудрому Провидению и к прочной загробной жизни. Его мнения по этим вопросам тем более интересны, что они находятся в открытом противоречии с тем, что иногда считается взглядами ученых на подобные темы.

Один из отрывков его статьи "Все сущее - власть разума" содержит несколько удивительных предвосхищений идей, которые вызвали большой переполох в интеллектуальном мире около пятидесяти лет назад. В 1846 году, то есть за тринадцать лет до публикации "Происхождения видов" Дарвина, Эрстед обсуждал эволюцию и предложил объяснения, которые, как обычно считается, были навязаны апологетами, когда они были вынуждены взяться за работу по согласованию христианских доктрин с научными выводами.

В письме, написанном в середине сороковых годов, он сказал: "Если мы теперь полностью убеждены в том, что все в материальном мире произведено из похожих частиц материи, теми же силами и подчиняясь тем же законам, мы должны допустить, что планеты сформировались по тем же законам, что и наша собственная земля. Они находились в процессе развития в течение неизмеримых периодов времени и претерпели многочисленные трансформации, которые также повлияли на растительное и животное царства тех отдаленных периодов. Низшие формы жизни постепенно продвигались к более высоким и более сложным состояниям организации, пока, наконец (в сравнительно недавний период) не развилось самосознательное существо, что стало венцом этого продолжительного процесса развития. Соответственно, мы должны допустить, чтобы аналогичный порядок органического развития имел место и на других планетах нашей солнечной семьи. Возможно, некоторые из них еще не достигли той же степени развития, которой достигли мы; но повсюду во вселенной в должное время появляются существа, наделенные разумом, точно так же, как человек появился на нашем собственном земном шаре. Их понимание тесно связано с органами чувств, которыми они обладают; следовательно, природа их умственных способностей не может существенно отличаться от нашей. Чтобы избежать даже видимости материализма, я должен обратить внимание на примиряющий принцип, согласно которому естественная среда, из которой происходит человек, должна быть признана работой вечного, созидательного Духа. Другими словами, наша концепция Вселенной неполна, если не понимается как постоянная работа вечно созидающего Духа".

Итак, Эрстед; давайте здесь вспомним, что лорд Кельвин, выдающийся ученый своего времени, с одобрением процитировал по памяtnому случаю датского ученого в отношении основных истин науки, философии и религии. "Нашей цели не будет чуждо, если, призванные торжественностью этого дня, мы попытаемся утвердить нашу убежденность в гармонии, существующей между религией и наукой, показав, как человек науки должен смотреть на свои занятия, если он их правильно понимает, как на религиозное упражнение.

"Если бы моей целью здесь было просто показать, что наука обязательно порождает благочестие, я бы апеллировал к великой общепризнанной истине, что сущность любой религии заключается в любви к Богу. Тогда было бы легко сделать вывод, что любовь к Тому, от кого исходит вся истина, должна порождать желание признавать истину на всех ее путях; но поскольку мы хотим здесь признать саму науку религиозным долгом, нам потребуется глубже проникнуть в ее природу. Следовательно, очевидно, что пытливый взор человека, смотрит ли он на свое собственное внутреннее существо или на окружающее его творение, всегда направлен к Вечному Источнику всех вещей. Конечная цель любого исследования состоит в том, чтобы обнаружить то, что действительно существует, и созерцать его в его чистом свете, отдельно от всего того, что вводит в заблуждение неосторожного наблюдателя лишь кажущимся существованием. Тогда философ поймет, что среди непрерывных изменений является Постоянным и Несотворенным, что скрыто за бесчисленными творениями, узами единения,

которые удерживают вещи вместе, несмотря на их многочисленные разделения. Вскоре он должен признать, что независимое может быть только постоянным, а постоянное - независимым, и что истинное единство неотделимо ни от того, ни от другого. И таким образом, природа мысли такова, что она не находит спокойного места для отдыха, паузы, кроме как в неизменном, вечном, беспричинном, всепричиняющем, всеобъемлющем Всеведении.

Но, если этот односторонний взгляд не удовлетворяет его, если он стремится исследовать мир глазами опыта, он понимает, что все те вещи, в реальности которых большинство чувствует себя наиболее уверенными, никогда не имеют длительного существования, но всегда находятся на пути между рождением и смертью. Если он теперь должным образом постигнет всю совокупность природы, он поймет, что это не просто идея или абстрактное понятие, как это называется; но что разум и сила, которым все обязано своей сущностной природой, являются всего лишь откровением самодостаточного Существа. Как может он, видя это, быть иначе воодушевлен, чем глубочайшим чувством смирения, преданности и любви? Если кто-то и извлек иной урок из своих наблюдений за природой, то это могло быть только потому, что он заблудился среди рассеяния и разнообразия творения и не взглянул вверх, на вечное единство истины".

Как уже говорилось, Эрстед дожил до пятидесятилетия своей связи с университетом. Это было в ноябре 1850 года, и по этому случаю его друзья, ученики и общественность в целом объединились, чтобы почтить его как профессора, чьи теплые и оживленные лекции приводили аудиторию в восторг; как лидера научного прогресса того времени; и как христианина, для которого природа была всего лишь проявлением объединенной мудрости Божества и созидательной силы.

Пожилой ученый, очень тронутый этой популярной демонстрацией, а также знаками уважения, оказанными ему королем, говорил об этом праздновании юбилея как о самом счастливом дне в своей жизни. Читатель, вероятно, помнит другого великого человека, великого в мире политики и великого на поле боя, который сказал, что самым счастливым днем в его жизни было первое причастие.

Через несколько месяцев после празднования своего золотого юбилея Эрстед скончался после непродолжительной болезни 9 марта 1851 года, глубоко оплакиваемый всеми.

Эрстед был выдающимся ученым и не менее выдающимся человеком; снисходительный в суждениях о других, он был строг по отношению к себе; простой в своих поступках и скромный в жизни, он был доброжелателен к другим, всегда готовый протянуть руку помощи там, где это было необходимо. К такому человеку вполне могут быть применены эти прекрасные слова, с которых Пристли начинает свою "Историю электричества": "Жизнь, проведенная в созерцании творений божественной силы, мудрости и добродетели, была бы жизнью преданности. Чем больше мы видим удивительное устройство мира и законы природы, тем яснее понимаем их замечательное применение для того, чтобы сделать счастливым все воспринимаемое творение, и это чувство не может не наполнить сердце безграничной любовью, благодарностью и радостью".

Памятник Эрстеду был открыт в Копенгагене 25 сентября 1876 года в присутствии короля Дании, короля Греции, наследного принца Дании и членов королевской семьи, а также многочисленных высокопоставленных чиновников, представителей ученых обществ и

огромного числа студентов и других людей, собравшихся вместе, чтобы отдать дань уважения человеку, который в равной степени отличался своими научными достижениями и философской проницательностью, и который на протяжении своей долгой жизни никогда не колебался в своей преданности благополучию своей страны, поскольку он никогда не ослабевал в своей защите великих истин религии.

Брат Потамиан.

ГЛАВА VIII.

André Marie Ampère.

Немногие люди девятнадцатого века так интересны, как Андре Мари Ампер, о котором, как мы видели, заслуженно говорят как об основателе науки электродинамики. Будучи чрезвычайно не по годам развитым мальчиком, так что, подобно своему непосредственному предшественнику в discovery датчанину Эрстеду, его быстрое интеллектуальное развитие навлекло на него злое высказывание тех, кто его знал, он более чем выполнил самые высокие обещания своих ранних лет. Он не был односторонним гением. Его интересовало все, и его память была настолько же цепкой, насколько всеобъемлющим был его интеллект. Он действительно вырос молодым человеком с самыми широкими интересами. Литература никогда не переставала привлекать его, хотя наука была его любимым занятием, а математика - хобби. Обычно считается, что математический склад ума работает в очень четких рамках, однако Ампер всегда был спекулянтом, и его рассуждения наводили на размышления его современников и последующих поколений. Действительно, его математика отнюдь не была препятствием для его проницательного взгляда на более туманные границы науки, скорее, казалось, помогала тому проникновению, которое она давала. Хотя он был настолько великим ученым, что Араго, столь мало склонный преувеличивать заслуги своего французского современника, сказал об открытии Ампера, отождествляющем магнетизм и электричество, что "обширная область физической науки, возможно, никогда не представляла столь блестящего открытия, задуманного, проверенного и завершенного с такой быстротой", его друзья знали этого великого ученого как одного из самых добрых и гениальных людей, известного своей простотой, убедительной симпатией и нежным отношением ко всем, с кем он был в близких отношениях.



André Marie

Ampère

Общепринятое определение великого ученого, согласно которому он - человек, поглощенный собой и своей работой, настолько поглощенный занимающими его научными спекуляциями, что у него практически нет времени на великие гуманитарные интересы, так что его человеческие симпатии, вероятно, атрофируются, полностью противоречит жизни Ампера. Он не был узким специалистом, и, действительно, можно сказать, что ни один из этих великих первооткрывателей электричества, которых мы рассматриваем в этой книге, не принадлежал к тому типу людей, который иногда считается признаком научного гения и оригинальности. После прочтения их жизнеописаний у человека возникает ощущение, что люди, которым не хватает того более широкого сочувствия, которое, по знаменитым словам старого латинского поэта, делает для них интересным все человеческое, не обладают достаточным умом, чтобы

совершать величайшие открытия, даже если им и удастся вызвать большой интерес к своим научным спекуляциям у своего поколения. Именно всесторонне развитый человек выполняет высочайшую оригинальную работу непреходящего качества.

Андре Мари Ампер родился в Лионе 22 января 1775 года. Его отец, Жан Жак Ампер, был мелким торговцем, который обеспечивал своей семье безбедную жизнь, но не более того. Его отец и мать оба были хорошо информированы для своего класса и времени и пользовались большим уважением соседей. Особенно его мать была известна неизменной мягкостью характера и благотворительностью, которая искала любой возможный повод для ее проявления. Она была всеми любима теми, кто ее знал, и очарование манер Ампера, которое делало его другом каждого знакомого, несомненно, было проявлением той же семейной линии.

Вскоре после рождения сына родители бросили бизнес и ушли на пенсию в небольшое поместье, расположенное за городом, недалеко от Лиона. Именно в этой маленькой деревушке, где не было ни одного школьного учителя и где преподавали только на дому, начал проявляться гений будущего ученого, которому предстояло стать одним из выдающихся ученых девятнадцатого века. Ибо Ампер был не только гением, но и, что так часто считается почти абсолютным препятствием для каких-либо серьезных достижений в дальнейшей жизни, не по годам развитым гением. Первой чудесной способностью, которая начала в нем развиваться, была неконтролируемая склонность к арифметическим выражениям. Еще до того, как он научился составлять цифры, он изобрел для себя метод решения даже довольно сложных арифметических задач с помощью нескольких камешков или горошин. Во время болезни, которая настигла его в детстве, его мать, обеспокоенная возможными пагубными последствиями умственной работы для его здоровья, отобрала у него камешки. Однако в часы досуга во время своего выздоровления, когда время отягощало его детские ручки, он заменял их хлебными крошками. Он жаждал еды, но, согласно медицинскому режиму "голодающих" того времени, ему разрешалось съесть только одно печенье в течение трех дней. Таким образом, с его стороны потребовалось немалое самопожертвование, чтобы снабдить себя фишками из этого скудного запаса, и его настойчивость, несмотря на голод, очевидно, указывает на то, что эта математическая склонность была сильнее его аппетита к еде. Это тем более удивительно, что в том, что касается еды, дети обычно не более чем маленькие животные и обычно удовлетворяют свои физические потребности, ни о чем не задумываясь.

Ампер научился читать, когда был совсем маленьким, а затем начал поглощать все книги, которые попадались под руку. Обычно не по годам развитый вкус к чтению концентрируется на каком-то конкретном предмете; но все, что попадало на умственную мельницу ребенка Ампера, было зерном, и все это перемалывалось; и, что самое странное, многое из этого усваивалось. Путешествия, история, поэзия занимали его не меньше, чем романтика; и, как это ни удивительно, даже философией он не пренебрегал, когда ему еще не исполнилось десяти лет. Кажется забавным читать заявление французского биографа о том, что если у этого десятилетнего мальчика и было какое-то особое пристрастие к литературе, то это были Гомер, Лукан, Тассо, Фенелон, Корнель и Вольтер, и все же к нему следует относиться серьезно.

Когда ему было около пятнадцати лет, этот всеядный интеллектуальный гений наткнулся на французскую энциклопедию в двадцати томах. Это казалось ему настоящей Голкондой с бесконечным богатством информации. Каждый из томов имел свою очередь. Ко второму приступили сразу же после того, как был закончен первый, затем последовало чтение третьего,

и так далее, пока каждый из томов не был полностью прочитан. Время от времени можно было искать ссылки на другие тома, но это не отвлекало его от того, чтобы разбирать другие части работ валфавитном порядке. Как это ни удивительно, но большая часть этой разнородной массы информации далеко не сразу забылась, а глубоко запечатлелась в его замечательной памяти. Не раз в последующей жизни, по прошествии многих лет, его друзья были удивлены, обнаружив, как много информации Ампер накопил по какому-нибудь сложному и незнакомому предмету и с какой готовностью он мог поделиться деталями информации, которая казалась совершенно не по его части. Затем он признавался, что энциклопедическая статья на эту тему, прочитанная так много лет назад, все еще была свежа в его памяти или, по крайней мере, что содержащаяся в ней информация хранилась настолько глубоко, что была легкодоступна. В последние годы мы много слышали о памяти Гладстона, но это, кажется, ничто по сравнению с этой удивительной способностью, которая даже в пожилом возрасте напоминала Амперу несвязанные детали каждой статьи из энциклопедии, проходившей перед его глазами полвека назад, когда он был мальчиком десяти-четырнадцати лет.

Скромной семейной библиотеки вскоре оказалось совершенно недостаточно, чтобы занять ум этого молодого, увлеченного студента; и его отец, сочувствуя его горячему любопытству, время от времени брал его с собой в Лион, где у него была возможность ознакомиться с различными томами, которые могли бы заинтересовать его. В это время его старые математические наклонности вновь проявились. Он хотел узнать что-нибудь о высшей математике. Он нашел в библиотеке в Лионе работы Бернулли и Эйлера. Когда хрупкий на вид мальчик, которого библиотекарь считал почти ребенком, обратился в городскую библиотеку с просьбой прислать ему эти серьезные математические работы, пожилой джентльмен сказал ему: "Работы Бернулли и Эйлера! О чем ты думаешь, мой маленький друг? Эти работы относятся к числу самых сложных произведений, когда-либо созданных человеческим разумом. "Я надеюсь, что смогу их понять", - ответил мальчик. "Полагаю, вы знаете, - сказал библиотекарь, - что они написаны на латыни". Для юного Ампера это было неприятным сюрпризом. Латынь он еще не изучал. Он отправился домой, решив, однако, устранить это препятствие на пути его изучения высшей математики. К концу месяца, благодаря его усердию, препятствие полностью исчезло; и хотя он мог читать только на математической латыни и позже ему пришлось изучать язык с другой точки зрения, чтобы понимать классику, теперь он мог заниматься математикой на латыни сколько душе угодно.

Ровному течению жизни мальчика, глубоко погруженного во всевозможные занятия, было суждено быть очень серьезно нарушенным. Когда ему было всего четырнадцать, в 1789 году, грянула Революция с ее славными обещаниями, а затем и с ее ужасным завершением. Отец Ампера был всерьез встревожен революционным ходом событий во Франции, и его посетило роковое вдохновение покинуть свой загородный дом и перебраться в город Лион. Какое-то время он занимал должность мирового судьи. После осады Лиона учрежденный там революционный трибунал занялся проектом превращения лионцев в патриотов, как они это называли, должным образом наказав граждан за их неспособность поначалу сочувствовать революционному правительству, и вскоре началась серия ужасных массовых убийств. Каждый день заявлялись новые жертвы, и отец Ампера был одним из тех, кому пришлось пострадать. Истинной причиной его осуждения было то, что он занял должность при старом правительстве, хотя предлогом, указанным в ордере на его арест, было то, что он был аристократом. Это единственное имеющееся у нас свидетельство того, что семья Ампер была каким-либо образом связана с знатью. В день, когда его приговорили к смертной казни, Жан-Жак Ампер написал

своей жене письмо возвышенной простоты, в котором проявляются его христианское смирение духа, его возвышенное мужество и в то же время совершенно практический здравый смысл. Он предупредил свою жену, чтобы она ничего не говорила о его судьбе их дочери Джозефине, хотя и надеялся, что его сын лучше перенесет удар и, возможно, станет утешением для своей матери.

Новость оказалась почти непосильной для молодого Ампера, и на какое-то время его рассудок пришел в отчаяние. Все его способности, казалось, на мгновение были потрясены до бесчувствия. Биографы рассказывают нам, что он бродил по округе, сооружая маленькие кучки песка, лениво глядя на звезды или рассеянно в космос, и на его лице почти не было выражения разумного существа. Его друзья могли возлагать на него только самые худшие надежды, и даже его физическое здоровье пострадало настолько сильно, что казалось, он долго не протянет. Однажды, случайно, в его руки попали "Письма по ботанике" Руссо. Они привлекли его внимание, и он заинтересовался их очаровательным стилем повествования, и в результате его разум снова проснулся. Он начал изучать ботанику в полевых условиях и вскоре приобрел вкус к чтению Линнея. В то же время классическая поэзия, особенно та, которая содержала описания природы, снова понравилась ему, и поэтому он занялся изучением классической литературы. Он разнообразил чтение поэтов препарированием цветов, и все же преуспел в том, чтобы следовать обоим наборам знаний настолько внимательно, что сорок лет спустя все еще был вполне способен взяться за техническое описание растений, которые он тогда изучал, и, будучи университетским инспектором, сочинил 150 латинских стихов во время своих конных прогулок из одного инспекционного района в другой, никогда не сверяясь с градусами или словарями для определения количества, но при этом не допустив ни единой ошибки. Его память на однажды изученные предметы была почти буквально безошибочной.

Кое-что о его любви к природе можно узнать из случая его ранней зрелости, который не лишен забавной стороны. Ампер был очень близорук и всю свою жизнь мог читать книги, только поднося их очень близко к глазам. Это еще больше затрудняет понимание того, как ему удавалось читать так много. Его близорукость была настолько выражена, что он не имел ни малейшего представления о красоте окружающего пейзажа и часто бывал несколько обескуражен восторженным описанием сцен, через которые он усердно проезжал, когда его попутчики говорили о красоте окружающих их пейзажей. Ампер, как и большинство людей, которые не разделяют или, по крайней мере, не ценят энтузиазм других по поводу красивых вещей вокруг них, был в таком настроении, главным образом потому, что он не мог видеть их так, как это делали другие, и, следовательно, не мог получать от них такое же удовольствие. Этот недостаток в нем самом, конечно, был бессознательным, как и во всех других случаях, и, отнюдь не уменьшался, а скорее подчеркивал склонность быть нетерпеливым по отношению к другим и, скорее, делал его более готовым думать, насколько глупо с их стороны впадать в экстаз из-за чего-то, что для него было таким незначительным.

Однажды, когда Ампер совершал путешествие по Соне в Лион, случилось так, что рядом с ним в почтовой карете сидел молодой человек, страдавший близорукостью почти в той же степени, что и сам Ампер, но чья близорукость была исправлена с помощью правильно подобранных очков. Эти очки были как раз тем, что нужно Амперу для того, чтобы полностью исправить свое зрение. Молодые люди заинтересовались друг другом, и в ходе их беседы его собеседник предложил Амперу, видя, насколько он близорук, примерить очки. Он надел их, и природа сразу же предстала перед ним в совершенно ином обличье. Видение было настолько неожиданным,

что описание, которое он так часто слышал от своих попутчиков, но не мог оценить, теперь вспомнилось ему, и он не мог удержаться от восторженного восклицания: "О! какая улыбающаяся страна! Какие живописные, изящные холмы! Как богатые, теплые тона гармонично сочетаются в чудесном единении неба и горного пейзажа!" Все это теперь красноречиво говорило о его тонкой чувствительности, и ему буквально открылся новый мир. Ампер был настолько потрясен этим неожиданным зрелищем, доставившим ему столько удовольствия, что разрыдался от переполнявших его чувств и не мог удовлетвориться созерцанием всех красот природы, которые так долго были скрыты от него. С тех пор природные пейзажи были одним из величайших удовольствий, которые он испытывал в жизни, и красоты природы, близкой или далекой, значили для него больше, чем любое другое удовлетворение чувств.

Несмотря на то, что Ампер в молодости уделял значительное внимание акустике и изучал способы формирования и распространения воздушных волн, с помощью которых образуются и распространяются звуки, у него не было абсолютно музыкального слуха, и он был настолько же глух, насколько был слеп до своего открытия, связанного с очками. Музыкальные ноты представляли для Ампера математическую задачу, но не более того. Так продолжалось примерно до тридцатилетнего возраста. Затем, однажды, он посетил музыкальный вечер, на котором основные части программы были взяты у Глюка. Легко понять, что этот мастер гармонии не обладал очарованием для глухонемого молодого человека. Во время музыкальной программы ему стало не по себе, и его беспокойство стало очевидным для окружающих. Однако после того, как избранное немецкого композитора было закончено, неожиданно прозвучало несколько простых, но очаровательных мелодий, и Ампер внезапно обнаружил, что перенесся в новый мир. Если верить его биографам, его волнение снова выразилось в обилии слез, которыми Ампер, по-видимому, владел и был столь же готов дать волю на публике, как любой из героев Гомера древности. Он любил говорить о себе, что был слеп почти до двадцати лет, был глух до тридцати. Несмотря на то, что в юности он не реагировал, как только в нем пробудилась способность ценить, его душа глубоко прониклась красотой цвета и звука, а позже, в жизни, они породили в нем такие глубины эмоций, которые более спокойные люди с менее тонкой чувствительностью вряд ли могли понять, а тем более посочувствовать.

Между двумя его величайшими переживаниями - видением и звуком - к Амперу пришло другое, еще более глубокое чувство. Он рассказывает эту историю сам, словами, которые, вероятно, выражают его чувства лучше, чем любое возможное описание его биографа, и которые показывают нам, насколько удивительно чувствительной была его душа к эмоциям всех видов. Ему только что исполнился двадцать один год, когда он влюбился по уши. Хотя он, как правило, писал очень мало, он оставил нам довольно подробное описание в дневниках, которые, очевидно, вел с этой целью, состояния своих чувств в то время. Они озаглавлены "*Amorum*", история его любви. На первой странице встречаются такие слова: "Однажды, когда я совершал вечернюю прогулку, сразу после захода солнца, пробираясь вдоль небольшого ручья", затем следует пауза, и он, очевидно, был совершенно не в состоянии выразить все, что чувствовал. По-видимому, он собирал ботанические образцы, надев превосходные очки с тех пор, как его приключение в почтовой карете показало ему необходимость в них, как вдруг он заметил на некотором расстоянии двух молодых и очаровательных девушек, которые собирали цветы в поле. Он посмотрел на одну из них и понял, что его судьба предрешена. До того времени, по его словам, мысль о женитьбе никогда не приходила ему в голову. Можно было бы подумать, что сначала эта идея возникнет очень мягко, а затем постепенно разрастется; но это было не в духе

Ампера. Он хотел жениться на ней в тот же день. Он не знал ее имени; он не знал ее семью; он даже никогда не слышал ее голоса, но он знал, что она была предназначена судьбой.

К счастью для молодой леди и для него самого, у нее были очень разумные родители. Они спросили, как он сможет содержать жену. Ампер был вполне готов сделать все, что они ему предложат. Его отец оставил достаточно денег, чтобы прокормить семью, но недостаточно, чтобы позволить ему содержать жену в независимом доме; и пока у него не было какого-нибудь занятия, родители его будущей невесты отказывались прислушиваться к его доводам. На какое-то время он согласился поработать продавцом в магазине шелка в Лионе, чтобы иметь какое-нибудь занятие, которое могло бы в конечном итоге принести ему достаточно денег, чтобы жениться. Однако, к счастью, его отвлекли от коммерческой деятельности, которая могла бы таким образом поглотить великого ученого, и были приняты меры, позволившие ему продолжить свою интеллектуальную жизнь, но при этом иметь женщину по своему выбору. Ей было суждено сделать его жизнь намного счастливее, чем обычно бывает у мужчин, и он всегда был готов признать, как много она значила для его счастья.

Учитывая, что его занимали литература, поэзия, любовь и обустройство жизни, трудно представить Ампера молодым человеком, проделавшим большую работу в науке, но это было так; и его работа заслуженно привлекала внимание даже с самых ранних лет. Возможно, именно чистая математика привлекла внимание Ампера своего поколения больше, чем все другие отрасли. Обычные вопросы его не интересовали. Проблемы, которые бесплодные усилия двадцати веков объявляли неразрешимыми, привлекли его сразу. Даже возведение в квадрат круга на какое-то время привлекло его внимание, хотя он значительно превзошел его еще до того, как прошло его детство. Существует рукописная записка секретаря Лионской академии, из которой следует, что 8 июля 1788 года Ампер, которому тогда не исполнилось и тринадцати лет, направил в этот ученый орган доклад о "Квадратуре круга". Позже, в том же году, он представил аналогичные мемуары, озаглавленные "Выпрямление дуги круга, меньшей полуокружности".

Араго говорит, что у него возникло искушение умолчать о кокетстве Ампера со столь опасной проблемой, поскольку Ампер скорее льстил себе мыслью, что почти решил ее. Только после того, как Араго вспомнил, сколько математических гениев занималось этой же проблемой, он понял, что ему не следует разделять сомнения тех, кто мог счесть этот инцидент отражением математического гения Ампера. В конце концов, Анаксагор, Гиппократ, Архимед и Аполлоний, как среди древних, так и среди современных, Виллеброд Снелл, Гюйгенс, Грегори, Уоллис и, наконец, Ньютон, небесный математик, серьезно занимались именно этой проблемой. Араго даже отмечает, что некоторые мужчины, по их рассуждения о квадратуре круга, повелись на выдающихся открытий, и упоминает имя Отца Грегуара де Сен-Венсана, выдающийся Фламандский математик Общества Иисуса, которому, как прямой результат его исследований в покушении круга-квадратура, мы обязаны открытием свойства гиперболического пространства, ограниченная кривой и ее асимптоты, а также расширение журнала $(1 + x)$ в восходящих державах x . Montucla, историк математики, написание Пер Сен-Венсан сказал, что "никто и никогда в квадрате круг с такой силой и с таким успехом". Однако в его великолепной работе была ошибка, на которую указал знаменитый Гюйгенс.

Вскоре после начала девятнадцатого века Ампер, как довольно характерно заявляет один из его французских биографов, искупил любой математический грех, который мог быть, увлекшись

игрой с квадратурой круга, серией математических работ, каждая из которых сама по себе была явным прогрессом в предшествующих знаниях и в то же время несомненным доказательством его математических способностей. Первая статья, опубликованная в 1801 году, была вкладом в геометрию твердого тела и носила название "О наклонных многогранниках". Его следующей работой, написанной в 1803 году, хотя и не опубликованной до 1808 года, был трактат о преимуществах, которые могут быть получены в теории кривых при должном рассмотрении соприкасающейся параболы. Другой трактат, написанный примерно в то же время, имел заглавие "Исследования по применению общих формул вариационного исчисления к задачам механики". Это касалось проблем, которые интересовали и, в большинстве случаев, оказались слишком трудноразрешимыми даже для таких людей, как Галилей, Жак Бернулли, Лейбниц, Гюйгенс и Жан Бернулли. Выражение Араго по поводу этой работы таково: "Трактат Ампера содержит, по сути, новые и очень замечательные свойства *цепной связи* (la chaînette) и ее развитие". Он добавляет: "Немалая заслуга в обнаружении пробелов в предметах, исследованных такими людьми, как Лейбниц, Гюйгенс и оба Бернулли. Я не должен забыть добавить, что анализ нашего сотрудника сочетает элегантность с простотой".

Неудивительно, что после таких проявлений математического гения Ампер был назначен на кафедру математики в Политехнической школе, где на него стали смотреть как на одного из самых выдающихся французских математиков. В 1813 году он стал кандидатом на должность, оставшуюся вакантной после смерти знаменитого Лагранжа; и в это время представил Академии общие соображения по интегрированию дифференциальных уравнений в частных производных первого и второго порядка. После своего избрания в Академию Ампер продолжал представлять важные доклады на различных ее заседаниях. Среди них три особенно примечательны: одна представляла собой демонстрацию закона отца Мариотта (известного английским студентам как закон Бойля); другая носила название "Демонстрация новой теории, из которой можно вывести все законы преломления, обычные и необычные"; третья представляла собой мемуары об "Определении искривленных поверхностей световых волн в среде, упругость которой различается в каждом из трех измерений".

В своем панегирике Амперу, за которым мы довольно внимательно следили вместе с его статьей в "Всемирном биографическом словаре", Араго обращает особое внимание на тот факт, что в Париже Ампер вращался в двух интеллектуальных кругах, довольно сильно разделенных своими интересами и симпатиями. Среди первой группы были члены старого "Института", а также профессора и экзаменаторы Политехнической школы и профессора Коллеж де Франс. В другом были люди, чьи имена с тех пор стали широко известны как студенты-психологи, представителем которых можно считать Кабаниса. Ампер испытывал такую же сильную страсть к психологии и был так же готов посвятить себя постижению и анализу тайн разума, как он был готов решить задачу в высшей математике или пролить свет на трудные вопросы физических наук. Эти две группы интересов редко объединяются в одном и том же человеке, хотя иногда они встречаются. В конце девятнадцатого века мы имели дело с очень выдающимися деятелями науки в области физики и даже биологии — сэром Уильямом Круксом, сэром Оливером Лоджем, профессором Чарльзом Рише, профессором Ломброзо и даже мистером Альфредом Расселом Уоллесом, которые интересовались психическими и спиритуалистическими проявлениями многих видов, а также естественными науками; и, поскольку они занимались этим, они сочли бы Ампера духом-братом. Ампер действительно довольно глубоко погрузился в то, что в нашем поколении назвали бы, возможно, несколько пренебрежительно, метафизическими спекуляциями. Одно время он подумывал о публикации книги, которая должна была называться

"Введение в философию". Он разработал сложные теории относительно многих метафизических вопросов, и написал статьи по "Теории отношений", "Истории существования", "Субъективному и объективному знанию" и "Абсолютной морали". Араго обращает внимание на тот факт, что знаменитая анафема Наполеона идеологии, отнюдь не обескуражившая Ампера, скорее, стимулировала его в учебе, и он заявил, что это, несомненно, будет способствовать распространению такого рода спекуляций, а не их подавлению. Это был просто еще один случай, когда Наполеон переоценил себя, хотя это было в области идей, а не в сфере политики, где его судьба должна была настигнуть его некоторое время спустя.

Насколько глубоко Ампер заинтересовался метафизикой, возможно, лучше всего можно понять из того факта, что для прогресса в метафизике необходимы упражнения в диспутах, что было обычным делом в старых средневековых университетах. Однажды Ампер договорился поехать из Парижа в Лион и пробыть там некоторое время при условии четкого обещания, что по крайней мере четыре дня в неделю будут посвящены дискуссиям по идеологии. Путешествие в Лион, протяженностью в двести пятьдесят миль, в те дни было нелегким предприятием. Экспресс из Парижа, Лиона и Средиземноморья теперь доставляет человека в столицу шелкового квартала за ночь; но во времена Ампера это занимало много дней, и путешествие отнюдь не было лишено неудобств, которые, вероятно, были настолько хлопотными, что после их завершения требовался длительный отдых. Ампер, похоже, совершенно исчерпал интерес своих лионских друзей, которые сочли его метафизические рассуждения слишком завышенными для себя, хотя сами специализировались на этом предмете и были бы рады вовлечь его в дискуссии о точных науках; но в лирическом настроении он обращается к психологическим исследованиям: "Как я могу оставить деревню, цветы и бегущую воду ради засушливых улиц города! Как отказаться от ручьев и рощ в пользу пустынь, выжженных лучами математического солнца, которое, распространяя на все окружающие предметы ярчайший свет, иссушает их до самых корней! Насколько приятнее бродить под колышущимися тенями, где истина, кажется, убегает от нас, побуждая к поискам, чем идти прямыми путями, где взгляд охватывает все с первого взгляда!"

Будь Ампер менее успешным математиком или исследователем физики, эти выражения показались бы чуть ли не смешными. Как бы то ни было, они дают пищу для размышлений. Ампер, казалось, понимал, что для интеллектуального человека единственное удовлетворение заключается не столько в успешных исследованиях, сколько в приложении ума к тому, что обещает результаты. Как и во всем остальном, в расчет принималась погоня, а не поимка. Редко когда эта идея применялась к интеллектуальным вещам с такой силой, с какой она, по-видимому, понравилась Амперу, и вспоминается знаменитое выражение Мальбранша: "Если бы у меня в руках была истина, я бы поддался искушению отпустить ее ради удовольствия вновь обрести ее".

Однако главным источником славы Ампера для будущих поколений должны были стать его исследования в области электродинамики. Имя этой науки всегда будет неразрывно связано с именем Ампера, ее основателя. Конечно, именно по этой причине Международный конгресс электриков решил присвоить единице силы тока его имя, так что теперь это слово стало нарицательным и останется таковым на века вперед. Несмотря на гораздо более чем поверхностное сходство между магнетизмом и электричеством, отождествление этих двух явлений друг с другом казалось пока еще очень отдаленным. Любопытно, однако, отметить, что сам Ампер в программе своего курса, напечатанной в 1802 году, объявил, что "профессор

продемонстрирует, что электрические и магнитные явления должны быть приписаны двум различным жидкостям, которые действуют независимо друг от друга". Слава Ампера была основана на прямом противоречии этому положению, которое он выдвинул и победоносно защитил восемнадцатью годами позже с помощью великолепной серии экспериментальных иллюстраций. Тем временем открытие другого выдающегося ученого, работавшего за много сотен миль отсюда, послужило стимулом для конструктивного воображения Ампера, позволившего ему прояснить многие неясные области знаний о магнетизме и электричестве.

Это наводящее на размышления открытие было сделано Эрстедом, очерк жизни и творчества которого непосредственно предшествует этому. Эрстед продемонстрировал, что электрический ток воздействует на магнитную стрелку. Это эпохальное открытие достигло Парижа через Швейцарию. Эксперимент был повторен перед Французской академией наук членом Женевской академии 11 сентября 1820 года. Дата имеет определенное значение в истории науки, поскольку всего семь дней спустя, 18 сентября, Ампер представил на заседании Академии наук еще более важный факт, к которому его привело рассмотрение открытия Эрстеда при проверке его в качестве контрольного эксперимента. Это блестящее открытие Ампера Араго подытожил следующими словами: "Два параллельных проводящих провода притягиваются друг к другу, когда ток проходит по ним в одном направлении. Напротив, они отталкиваются друг от друга, когда ток течет в противоположных направлениях. Явление, описанное Эрстедом, было названо, что весьма уместно, электромагнитным, в то время как явления, описанные Ампером, в которых магнит не играл никакой роли, получили по его предложению общее название электродинамики, которое с тех пор и применяется к ним".

Сначала было сказано, что эти явления были не чем иным, как проявлениями обычной притягивающей и отталкивающей силы двух форм электричества, которые были так тщательно изучены, особенно во Франции, в восемнадцатом веке. Однако Ампер сразу же отверг любую подобную идею, указав, что тела, одинаково наэлектризованные, отталкиваются друг от друга, в то время как тела, находящиеся в противоположных электрических состояниях, притягиваются друг к другу. В случае проводников, передающих токи, существует притяжение, когда они находятся в одном направлении, и отталкивание, когда они текут в противоположном направлении. Это рассуждение абсолютно исключало всякую возможность дальнейших сомнений в этом вопросе, и эта конкретная форма возражения против открытий Ампера была немедленно снята.

Удовлетворительно устранив другие возражения, Ампер не удовлетворился ни тем, чтобы спокойно остановиться на своем открытии, ни просто разработать различные его экспериментальные фазы, которые были бы чрезвычайно интересны и привлекательны для населения, но которые в то же время могли бы очень мало значить для науки. Обладая математическим складом ума, Ампер решил разработать математическую теорию, которая охватила бы не только все известные в то время явления магнетизма, но и полную теорию науки электродинамики. Излишне говорить, что такая задача была чрезвычайно сложной. Араго сравнил ее с решением Ньютоном проблемы тяготения с помощью математики. Учитывая сравнительно небольшой объем данных, которыми располагал Ампер, эту проблему вполне можно сравнить с той, за которую с таким успехом взялся Леверье, когда он приступил к открытию с помощью вычислений еще неизвестной планеты Нептун, которая нарушала движение Урана.

Можно было бы подумать, что эти открытия Ампера будут восприняты с большим энтузиазмом. Однако на самом деле новые открытия, которые действительно новы, всегда имеют едва ли не самым верным показателем тот факт, что современники отказываются их принимать. Чем более сведущ человек в науке, в которой делается открытие, тем больше вероятность того, что он отложит принятие новизны. Это не так уж удивительно, поскольку, как правило, новые открытия почти всегда являются очень простыми выражениями великих истин, которые кажутся очевидными, когда их принимают, но о которых никогда не задумывались. Следовательно, они означают, что люди, считающие себя выдающимися в определенной науке, упустили какое-то легко обнаруживаемое явление или его полное значение, и поэтому, чтобы принять новое открытие в своей области знаний, люди должны признать свою собственную недалекость.

Можно отметить, что то же самое произошло и в отношении Ома, только все было гораздо серьезнее. Годы жизни Ома были потрачены впустую из-за отказа его современников принять его "закон" по его оценке. Араго в своей книге "Жизнь Ампера" вспоминает, что, когда Френель обнаружил поперечный характер световых волн, его наблюдения вызвали те же сомнения и неуверенность у тех же людей, которые несколько лет спустя отказались принять выводы Ампера. Араго утверждает, что, поскольку он стремился занять высокое место в мире идей, ему следовало ожидать, что его противники именно те, кто уже занимает самые высокие места.

Однако Ампер никогда не считал себя простым специалистом в области физики, и чрезвычайно интересно узнать, что он осмелился принять чью-либо сторону в дискуссии между Кювье и Жоффруа-Сент-Илером относительно единства структуры организованных существ. В то время как ученые-физики в основном молчали во время дискуссии, Ампер принял в ней активное участие и рискнул подвергнуть себя тому, чего, возможно, больше всего на свете боится француз, - насмешкам своих коллег. Араго считал, что он очень хорошо отстаивал свои позиции в этой дискуссии, которая включала некоторые идеи, которые впоследствии стали предметом глубокого изучения и продолжительных изысканий позже, в девятнадцатом веке, из-за объявления теории эволюции.

После своих открытий в области электричества Ампер получил признание как один из величайших из ныне живущих ученых, и был удостоен этого звания большинством выдающихся научных обществ Европы. Однако его работа не ограничивалась только электричеством, и в конце жизни он подготовил то, что было справедливо названо замечательной работой по классификации наук. Это показало, что, будучи далеко не простым специалистом по электрике или даже глубоким мыслителем в области физики, он, вероятно, лучше любого человека своего времени понимал взаимосвязь наук друг с другом. Он был широкомыслящим, глубоким мыслителем в высшем смысле этих слов и во многих вещах, по-видимому, обладал почти интуитивным пониманием сокровенных процессов природы; делился еще нераскрытыми секретами, хотя в то же время был неутомимым экспериментатором, чрезвычайно успешным, что столь очевидно в его электрических исследованиях, в организации экспериментов таким образом, чтобы получить ответы на вопросы, которые он ставил перед природой.

Посреди всей этой озабоченности ума наукой и всеми научными проблемами, которые волновали умы людей в его время, от строения материи до природы жизни, прежде всего занятый экспериментальной работой, он был глубоко религиозным человеком в своих взглядах и практиках. Он действительно обладал простым благочестием ребенка. В ужасный период

Французской революции у него были некоторые сомнения относительно религиозных истин; но как только они были развеяны, он стал одним из самых верных практических католиков своего поколения. Он редко проводил день без того, чтобы не зайти в церковь, и его любимой формой молитвы были четки.

Фредерик Озанам рассказывает историю о том, как он сам, охваченный опасениями относительно веры и почти бесцельно бродивший по улицам Парижа, пытаясь придумать решения своих сомнений и проблем, которые так настойчиво возникали перед ним с точки зрения интеллектуальных основ христианства, однажды наконец забрел в церковь и обнаружил там Ампера, который в темном углу перебирал четки. Сам Озанам был вынужден поступить так же, поскольку Ампер тогда считался одним из величайших ныне живущих ученых Франции. Под волшебным прикосновением подобного примера и тихим влиянием молитвы сомнения Озанама исчезли, чтобы никогда больше не вернуться.

Сент-Бев, чьи показания в подобном вопросе, несомненно, не вызвали бы подозрений в какой-либо тенденции сделать Ампера большим католиком, чем он был, в своем введении к эссе Ампера о философии наук (Париж, 1843), говорит:

Религиозная борьба и сомнения его прежней жизни прекратились. То, что беспокоило его теперь, находилось в менее возвышенных областях. Много лет назад его внутренние конфликты, инстинктивное стремление к Вечному и оживленная переписка со своим старым другом отцом Барреттом в сочетании с общей тенденцией времен Реставрации вернули его к той вере и преданности, которые он так ярко выразил в 1803 году.... В последующие годы, вплоть до момента его смерти, мы были полны удивления и восхищения тем, как он без усилий объединил религию и науку; веру и уверенность в интеллектуальных возможностях человека с благоговейным подчинением богооткровенному слову Божьему".

Озанам, чьему практическому христианству, когда он был профессором иностранной литературы в Парижском университете, мы обязаны основанием Конференций Святого Винсента де Поля, которые так долго предвосхищали "поселенческую работу" современности и с тех пор так много сделали для бедных в больших городах, был очень близок Амперу, действительно прожил с ним некоторое время, сказал, что, с чего бы ни начинались беседы с ним, они всегда вели к Богу. Великий французский ученый и философ обычно сжимал свой широкий лоб руками после обсуждения какого-нибудь особенно глубокого вопроса науки или философии и говорил: "Как велик Бог, Озанам! Как велик Бог и как мало наших знаний!" Конечно, это было выражением самых глубоких мыслителей во все времена. Знаменитое видение святого Августина об ангеле, стоящем у моря и опорожняющем его чайной ложкой, которое для большинства из нас стало таким живым благодаря великой картине Боттичелли, является лишь более ранним примером того же самого. Один из величайших современников Ампера, Лаплас, повторил то же чувство, возможно, в менее ярких выражениях, когда заявил, что то, что мы знаем, очень мало, в то время как то, чего мы не знаем, бесконечно.

Для любого, кто желает изучить прекрасную христианскую простоту поистине великой души, нет лучшего человеческого документа, чем "Дневник и переписка Ампера", опубликованные через несколько лет после его смерти. Он сам написал историю любви своей жизни; и это, пожалуй, одно из самых очаровательных повествований, безусловно, самая восхитительная автобиографическая история такого рода, которая когда-либо была рассказана. Это человечно до глубины души и демонстрирует удивительно отзывчивый характер великого человека, чьей

работе несколько лет спустя было суждено произвести революцию в физике и основать практическую науку электродинамику.

Когда надвигалась смерть Ампера, было предложено прочитать ему главу из "Подражания Христу"; но он сказал: "нет!" заявив, что предпочел бы, чтобы его на некоторое время оставили в покое, поскольку он знает "Имитацию" наизусть и будет повторять те главы, в которых найдет наибольшее утешение. С глубочайшим чувством благочестия и веры в Провидение он скончался 10 июня 1836 года в Марселе.

При всем своем непоколебимом благочестии этот человек не был настолько далек от обычных мирских дел, чтобы не проявлять живого интереса ко всему, что происходило вокруг него и, прежде всего, ко всему, что касалось благополучия людей. Он с особым энтузиазмом выступал за свободу Южноамериканских республик, с нетерпением следил за курсом Боливара и Канариса и радовался успеху их усилий. Южноамериканские патриоты, посетившие Париж, нашли в его руках теплый прием, а также знакомства, которые сделали их жизнь во французской столице приятной. Его дом всегда был открыт для них, и ни одна услуга, которую он оказывал для них, не казалась им чрезмерной.

Ампер был любим своей семьей и друзьями; он был, пожалуй, самым любимым человеком среди своих парижских знакомых из-за очаровательной сердечности своего характера и разносторонних интересов. Прежде всего, он был добр к подающим надежды молодым людям из окружающего его интеллектуального мира, и многие из них смотрели на него чуть ли не как на второго отца. Его милосердие к бедным вошло в поговорку, и эта сторона его личности и карьеры заслуживает такого же изучения, как и то, чего он смог добиться для науки. Красота его характера глубоко коренилась в религии, которую он исповедовал, и в наши дни, когда у столь многих вошло в обычай думать, что наука и вера неизменно противоположны, урок этой жизни, столь глубоко проникнутый обоими этими великими человеческими интересами, заслуживает изучения. Озанам, который знал Ампера лучше всех, раскрыл это чрезвычайно интересное сочетание интеллектуальных качеств в отрывке, который очень хорошо отражает смысл жизни Ампера.

"Помимо своих научных достижений, - говорит Озанам, - этот блестящий гений имеет и другие права на наше восхищение и привязанность. Он был нашим братом по вере. Именно религия направляла работу его ума и освещала его размышления; он судил обо всем, в том числе и о самой науке, по возвышенным меркам религии.... Эта почтенная голова, увенчанная достижениями и почестями, без стеснения склонилась перед тайнами веры, опустившись даже ниже той черты, которую обозначила для нас Церковь. Он молился перед теми же алтарями, перед которыми преклоняли колени Декарт и Паскаль; рядом с бедной вдовой и маленьким ребенком, которые, возможно, были менее смиренны душой, чем он. Никто не соблюдал церковные предписания более добросовестно, предписания, которые так суровы по своей природе и в то же время так приятны по привычке. Однако превыше всего прекрасно видеть, какие возвышенные вещи произвело христианство в его великой душе; эта восхитительная простота, непритязательность ума, который признавал все, кроме собственного гения; эта высокая прямота в вопросах науки, ныне столь редкая, не ищущая ничего, кроме истины, и никогда не ищущая наград и отличий; приятная и беззлобная дружелюбность; и, наконец, доброта, с которой он встречался со всеми, особенно с молодежью. Я могу сказать, что те, кто

знает только интеллект человека, знают только менее совершенную часть. Если он много думал, он больше любил".

ГЛАВА IX.

Ом, основатель математического электричества.

Лорд Кельвин, сам один из величайших ученых-электриков девятнадцатого века, комментируя несколько лет назад закон Ома, сказал, что это такое чрезвычайно простое выражение великой истины в электричестве, что его значение, вероятно, не ограничивается этим отделом физических явлений, но что это закон природы в гораздо более широком смысле. Повторяя это выражение своего коллеги, профессора Джорджа Кристала из Эдинбурга, в его статье об электричестве в Британской энциклопедии (IX издание) говорится, что закону Ома "теперь должно быть позволено встать в один ряд с законом всемирного тяготения и элементарными законами статического электричества как *закону природы* в самом строгом смысле". Одним словом, к этим лидерам и учителям физики следующего поколения, хотя и в течение сравнительно короткого времени после смерти Ома, пришло полное осознание абсолютно фундаментального характера открытия, сделанного Джорджем Саймоном Омом, когда он обнародовал принцип, согласно которому электрический ток должен измеряться электродвижущей силой, деленной на сопротивление в цепи. Сама простота этого выражения является его высшим названием для обозначения великого открытия в естествознании. Именно люди достигают таких абсолютно простых формул для великих фундаментальных истин, которые человечество стало, и справедливо, рассматривать как представителей своих величайших людей в науке.

Как и большинство выдающихся первооткрывателей в науке, проявивших заметную оригинальность, Ом происходил из так называемых низших классов, его предкам приходилось работать, чтобы прокормиться, столько, сколько можно проследить историю семьи. Его отец был слесарем и сменил своего отца в этом ремесле. Глава семьи на протяжении многих поколений занимался этим ремеслом. Первым из них, о ком сохранились какие-либо определенные сведения, был прадед Ома, Вильгельм Ом, который был слесарем в Вестерхольте, недалеко от Мюнстера, в Вестфалии. Сын Вильгельма Ома, Иоганн Винсент, дед великого электрика, в годы своей работы подмастерьем слесаря провел некоторое время во Франции, а затем поселился в Кадольцбурге, небольшом пригороде Эрлангена в Баварии. В 1764 году он получил должность слесаря в университете Эрлангена и стал гражданином этого муниципалитета. Оба его сына продолжили ремесло своего отца.

Старший из них, Иоганн Вольфганг, работал по своему ремеслу подмастерьем в ряде небольших городов Германии, и только после десяти лет отсутствия в тех местах, которые из-за независимого состояния государств, ныне известных как Германская империя, тогда считались иностранными частями, он вернулся на родину. По возвращении он получил степень мастера в своем ремесле и вскоре после этого, примерно в 1786 году, женился на молодой женщине по имени Бек. Джордж Саймон Ом, ученый-электрик, был первым ребенком в этом браке и родился 16 марта 1789 года. Второй сын, родившийся тремя годами позже, также впоследствии отличился своими математическими способностями. Этот младший брат, после того как занял

ряд преподавательских должностей в различных учебных заведениях Германии, был вызван профессором математики в Берлин, где и умер в 1862 году.

В то время как их отец, Иоганн Вольфганг Ом, зарабатывал на жизнь ремеслом слесаря, у него, как и у многих других ремесленников, было много умственных интересов, которые он развивал в часы досуга и, несомненно, сосредоточился на них, пока его руки были заняты простой рутинной работой по своему ремеслу. Удивительно интересно обнаружить, что те часы, которые он мог посвятить своему занятию, он посвящал двум таким разнообразным интеллектуальным занятиям, как математика и философия Канта; но в те дни газет не было, и у человека, даже из ремесленного сословия, находилось некоторое время для серьезных умственных занятий. При таких обстоятельствах можно было бы подумать, что он всего лишь самый заядлый дилетант в любом из этих предметов и обладает весьма поверхностными знаниями о них. Вероятно, это было справедливо и для его увлечения философией, поскольку в кантизме не так много тех, кто когда-либо считал себя более чем любителями, и даже сам Кант, я полагаю, думал, что только один ученый когда-либо по-настоящему понимал его систему, и впоследствии сказал, что у него были некоторые сомнения даже по поводу этого; но в математике старший Ом, кажется, достиг заметных успехов.

Хофрат Лангсдорф, который был профессором математики в Эрлангене в последнее десятилетие восемнадцатого века и которого вызвали в Гейдельберг в 1804 году - факта, который, казалось бы, вполне достаточен, чтобы не подвергать сомнению то, что его мнение в этом вопросе можно считать мнением компетентного судьи, - заявил, что математические знания Ома-старшего были намного выше обычных и что он знал гораздо больше, чем даже элементы высшей математики. При таких обстоятельствах неудивительно, что отец пытался привить обоим своим мальчикам вкус к математике, равно как и то, что он взял их математическое обучение в свои руки и преуспел в том, чтобы сделать из них превосходных математиков, даже в их ранние годы. Он действительно настолько преуспел в этом, что Лангсдорф после пятичасового обследования братьев, когда им было соответственно 12 и 15 лет, без колебаний заявил, что семья эрлангенского слесаря, вероятно, запомнится как семья двух братьев, которые по успехам в математике могли соперничать со знаменитыми братьями Бернулли, столь известными в то время.

Это можно было бы счесть всего лишь добрососедской похвалой, призванной согреть отцовское сердце, но, похоже, она действительно была произнесена вполне серьезно. Безусловно, событие оправдало пророчество. Неудивительно, что при таком ободряющем прогнозе отец должен был быть готов пойти на любые жертвы, чтобы дать возможность обоим своим сыновьям подготовиться к поступлению в университет.

Затем он продолжил обучать их математике, хотя в то же время настаивал, чтобы они продолжали работать слесарями. Несмотря на свой энтузиазм к математике, старый джентльмен, похоже, не питал никаких иллюзий относительно вероятности того, что чистая математика когда-нибудь послужит им прибыльным средством к существованию. Это был очень удовлетворяющий интеллектуальный интерес, но хорошая сделка была гораздо более вероятным доказательством их постоянной и существенной готовности, если, конечно, мальчики действительно не окажутся гениями, как было предсказано. Похоже, он в полной мере осознал идею Кольриджа о том, что, подобно литератору, математик должен иметь какое-то другое занятие, хотя он, возможно, и не дойдет до того, чтобы следовать хорошо известному

дополнению Оливера Уэнделла Холмса к формуле Кольриджа, что он должен, насколько это возможно, ограничиться другим занятием. Мальчикам была предоставлена возможность посещать гимназию Эрлангена, и, похоже, они добились отличных успехов в общих предметах, помимо математики.^[23]

В 1805 году, когда Джорджу, герою нашего очерка, исполнилось шестнадцать лет, он окончил гимназию и был готов к поступлению в университет. 3 мая 1805 года он сдал экзамен на аттестат зрелости на факультете Эрлангена, выбрав курс математики, физики и философии. Позже в жизни он рассказывал своим друзьям, что именно его глубокая любовь к математике, лежащей в основе этих исследований, и его убежденность в том, что в них ученик соприкасается с наиболее важными факторами абсолютного интеллектуального развития, побудили его заняться ими. К этому он, не колеблясь, добавил, что ему показалось, что в этом есть какой-то более высокий зов, как будто у него есть призвание посвятить себя развитию и расширению этих важных тем.

Он проучился в университете всего около двух лет, когда на какое-то время его учебу пришлось прервать, отчасти из-за отсутствия средств для ее продолжения, а отчасти потому, что, по крайней мере, для его отца университетский курс не был источником такого удовлетворения, какого он ожидал от способностей своего сына к математике. Хотя Ом серьезно относился к своей учебе, он ни в коем случае не был простым "занудой", и, действительно, репутация, которую он приобрел в университете благодаря многим качествам, способствующим популярности студента среди его товарищей, была не такой, которая могла бы понравиться очень серьезно настроенному отцу. Ом приобрел славу одного из лучших танцоров в университете; он был блестящим игроком в бильярд и непревзойденным фигуристом; все это указывает на то, что в молодости он обладал физическим развитием и остротой чувств, столь необходимыми для завоевания престижа во всех этих видах спорта.

Его отец, несмотря на свое желание сделать карьеру в университете для сына, был вполне готов, тогда, в конце сентября 1808 года, назначить его учителем математики в школе пастора Зендера в кантоне Берн, Швейцария. Его очень юная внешность (в то время ему было всего 18 лет, он выглядел довольно по-мальчишески и даже не был крупным для своих лет) вызвала немалое удивление главы этого учебного заведения, когда он пришел с рекомендательными письмами, в которых говорилось, что он должен стать новым учителем математики. Какое-то время он едва мог поверить своим глазам. Однако в течение нескольких месяцев он убедился в способностях и трудоспособности своего нового сотрудника, который, похоже, с самого начала получал огромное удовлетворение от своей довольно важной должности.

Ом оставался там около трех с половиной лет, а затем переехал в Нойнберг, где, независимо от какого-либо учебного заведения, устроился частным преподавателем математики. Причина, по которой он так поступил, как он сам рассказывает, заключалась в том, что он хотел посвятить себя изучению чистой математики больше, чем это было возможно на обычной преподавательской должности. По этой же причине он отказался от ряда предложений занять должность учителя математики, что обычно считалось бы весьма лестным для молодого человека всего 21 года. Другой причиной отказа от этих предложений было то, что он хотел усовершенствовать себя во французском языке, и ему была предоставлена прекрасная возможность для общения на этом языке в тех условиях, в которые он был помещен в

Нойнберге. Последнее может показаться необычной причиной, но это характерно для решимости Ома всегда увеличивать свою способность к пониманию и самовыражению.

Большинство молодых людей в обстоятельствах Ома настолько заняты мыслью о немедленном успехе в жизни, что, вероятно, будут сердечно приветствовать любое возможное сокращение их учебы, которое приблизит их к возможности самостоятельно зарабатывать на жизнь. Ом, однако, осознал, что его собственное интеллектуальное развитие важнее, особенно в это время, даже, чем продвижение в мире; и по этой причине его жизнь представляет дополнительный интерес не только для самих студентов, но особенно для тех, кто всем сердцем заботится о студентах и желает иметь возможность привести примеры того, как небольшая задержка в получении настоящего дела своей жизни или, что еще более важно, прибыльной профессии, может послужить очень полезной цели подготовки человека к тому, чтобы лучше раскрыть свои лучшие интеллектуальные возможности, когда он действительно приступит к своей работе.

На Пасху 1811 года Ом вернулся в Эрланген, потратив почти два года на совершенствование себя в математике. Затем он закончил учебу в университете, который, по-видимому, не имел правила требовать посещения занятий в течение определенного периода перед получением ученой степени, но разрешил ему сдать экзамены на степень доктора философии на основании проделанной им работы и присвоил ему ученую степень 25 октября того же года. В связи с ужесточением бюрократических проволочек в учебных заведениях в последние годы Ому было бы трудно получить свою степень таким образом легко, хотя в конечном итоге именно университет, а не выпускник должен был удостоиться этой чести. После этого он стал *приват-доцентом* по математике в университете и преподавал в течение трех семестров. Он добился заметного успеха и стал очень популярен среди студентов. Однако через полтора года он отказался от должности в университете, чтобы занять должность профессора математики в Реальном училище Бамберга.

Пока Ом был здесь, дух молодой Германии пробудился при известии о неудачной московской кампании Наполеона, в которой удача, казалось, окончательно покинула великого императора Франции. Большинство студентов университетов Германии были глубоко взволнованы этим, и те, кто знает песни Кернера и Уланда, будут иметь некоторое представление о глубине патриотических чувств, которые всколыхнулись в тысячах молодых немецких сердец, которые думали, что теперь наконец-то появилась возможность для отечества навсегда сбросить ненавистное иностранное иго. Ом спорил сам с собой, стоит ли ему идти добровольцем в толпы молодых людей, которые так храбро отказывались от всего, чтобы отечество стало свободным. Его удерживали две вещи. Если бы он пошел солдатом, от материальной помощи, которую он мог оказать своему отцу и в которой нуждался, поскольку старик был уже в преклонных годах и потратил большую часть своих небольших сбережений на сыновей, пришлось бы отказаться. Другой мотив, удерживавший его дома, заключался, по словам его немецкого биографа в *Allgemeine Deutsche Biographie*, за большинством деталей которого мы следили, в том, что он чувствовал, что то, чего он мог бы достичь на других поприщах, помимо боевых, в конечном итоге окажется более полезным для его родины и, по сути, для всего человечества, чем все, что он мог бы сделать как солдат, даже с патриотическим побуждением помочь своей стране сбросить иго иностранного узурпатора, которое оказалось столь невыносимым. Как мы уже видели, характерной чертой Ома на протяжении всей жизни было то, что он лелеял идею, приобретающую почти силу предчувствия, что ему суждены великие свершения.

Затем Ом продолжил свою работу преподавателя, вместо того чтобы пойти добровольцем в армию; но, как и следовало ожидать, через некоторое время обнаружил, что монотонная работа по обучению молодых студентов математике крайне неудовлетворительна. По истечении полутора лет службы в Бамберге он попросил изменить условия его преподавательской деятельности. Вместо этого он получил перевод в прогимназию Бамберга, где должен был преподавать латынь до тех пор, пока не будет назначен постоянный учитель. Несмотря на его заявления о том, что предложенная ему должность преподавателя совершенно не соответствовала его талантам и склонностям, он был вынужден согласиться на это занятие на время, хотя после некоторой задержки пришло заверение, что при первой же возможности его назначат на должность учителя математики.

Несмотря на свои неудачные обстоятельства, которых обычно считалось вполне достаточно, чтобы удержать его от серьезной работы до тех пор, пока он не устроится на должность, более соответствующую его вкусам, в это время он посвятил себя написанию своей первой книги, и она была опубликована издательством "Энке" в Эрлангене весной 1817 года. Она называлась "Очерки изучения геометрии как средства формирования интеллектуальной культуры". Она состояла почти из двухсот страниц и дает наилучшее представление о способностях и интеллекте автора, тогда молодого человека всего двадцати восьми лет. В качестве своего рода приложения он дает краткий очерк своего отца, очевидно, представленный не столько с целью сыновнего признания своих обязательств старому математику-слесарю, ни с целью частично возместить его неизмеримый долг за все возможности, которые принесла в жизнь его сыновей принесенная в жертву отцовская любовь, сколько для того, чтобы подчеркнуть превосходное воспитательное влияние, которое математическая подготовка его отца оказала на его мальчиков, и таким образом доказать его тезис о ценности математических исследований в образовании. Немногие сыновние почести когда-либо были более заслуженными или выражались более убедительно или с меньшим намеком на традиционное отношение сына к отцу.

Теперь, когда математика стала занимать, вероятно, даже менее заметное место в образовании, чем это было во времена Ома, хотя основная причина его жалоб на методы обучения заключалась в том, что геометрия не использовалась в качестве повседневного развивающего предмета в той мере, в какой это должно было быть, может быть интересно вспомнить некоторые из причин, которые он выдвигал, настаивая на ее более широком использовании в качестве инструмента для тренировки ума. Он считал, что рациональная геометрия должна занимать почетное место среди наших средств обучения. Его качество как способа чистого рассуждения, хотя и столь тесно связанного с органами чувств, облегчало переход от ощущения к мышлению, которое является таким важным элементом образования; в то время как его в высшей степени простой характер, хотя и в сочетании с определенными требованиями к конструктивным способностям, делал его в высокой степени подходящим для воспитания молодежи из области простого имитационного использования интеллекта в область независимого мышления и следования идеям. "Геометрия, - говорит Ом, - при правильном преподавании, не с помощью бесплодной муштры, обычно используемой при обучении ей, но такими способами, которые обеспечивают глубокое личное внимание, должна занимать первое место среди всех других областей образования, позволяя учащемуся преодолеть барьер, отделяющий простое понимание от личного исследования. Это заставляет человека, чьи мысли до этого времени были всего лишь повторением мыслей других, думать самостоятельно и

зажигать для себя в собственном сознании факелы, которые позволяют ему ясно видеть вещи самому, а не только в полумраке, который отбрасывают на них объяснения других".

Геометрические методы всегда привлекали Ома, и практически все его книги и сочинения несут на себе отпечаток той тесной зависимости всех частей друг от друга, той абсолютно логической связи, столь характерной для геометрической точности мышления. У него был такой склад ума, который, вероятно, получил бы пользу от математической подготовки. Однако таких умов сравнительно немного, поскольку большинство людей не рациональны ни в каком смысле этого слова, что сделало бы их зависимыми от логических рассуждений. Возможно, это и к лучшему, что это не так, поскольку многие из тех, кому не хватает логической или математической точности мышления и абсолютности выводов, все еще продолжают много добиваться в мире мысли и делают много ценного для планирования сложных человеческих дел, где строгая логика не всегда решает запутанные, но незавершенные проблемы, возникающие в человеческих отношениях, где, действительно, отдельные неизвестные факторы часто делают невозможным любое решение, кроме приблизительного.

Мнения критиков относительно "Очерков геометрии" Ома были, как легко можно было предвидеть, не все лестными, поскольку лишь немногие из критиков смогли встать на идеальную точку зрения математической субъективности, с которой он писал свою книгу. Однако король Пруссии Фридрих Вильгельм III, как говорят, прочитал ее с большим интересом, и королевское удовольствие, несомненно, привлекло внимание к работе Ома и, возможно, способствовало тому факту, что вскоре после ее публикации, в сентябре 1817 года, Королевская консистория Кельна пригласила Ома занять должность старшего профессора математики и физики в гимназии этого города. Этот пост был не только почетным, но и высокооплачиваемым, по крайней мере, с точки зрения заработной платы учителей в то время, и Ом охотно согласился на эту должность.

Ламонт, который был директором Королевской обсерватории в Мюнхене, написал мемориал Ому, который содержит много ценной информации. Основная часть представляет собой обращение, произнесенное на собрании профессорско-преподавательского состава Мюнхенского университета в честь Таддеуса Сибера и Джорджа Саймона Ома, но его ценность значительно возросла благодаря примечаниям, добавленным перед публикацией. Сибер был бенедиктинцем, профессором философского факультета в Мюнхене и умер в том же году, что и Ом. Ламонт говорит, что информацию об интимных деталях жизни Ома он получил от своего брата, профессора. Мартин Ом из Берлина. Таким образом, его очерк абсолютно авторитетен. Ламонт говорит об этом периоде преподавания в Кельне: "Первой важной должностью Ома, в любом случае достойной его талантов, была должность профессора математики в большой иезуитской гимназии в Кельне в 1817 году, где особый дар, которым он обладал, делать изучение математики не только понятным, но и привлекательным для мальчиков, принес ему успех и признание".

В течение почти десяти лет Ом имел возможность применять на практике в этой иезуитской гимназии Рейнланда принципы, которые были ему так дороги, поскольку ему, по-видимому, была предоставлена полная свобода преподавания на его факультете. Он преуспел настолько хорошо, что получил широкое и сердечное признание за свою работу. Математические исследования Кельнской гимназии стояли на более высоком уровне, чем когда-либо прежде, и все это было работой Ома. В годы, предшествовавшие его преподаванию в рейнском городе, те,

кто отличился в математике в Боннском университете, приезжали, как правило, не из Кельна, а из других мест; но теперь почти все лауреаты Боннских математических премий происходили из числа студентов Ома, и лучшие из кандидатов на преподавательские должности по физике и математике также, как правило, пользовались преимуществами его обучения.

Среди лучших его учеников того времени был впоследствии хорошо известный математик Лежен-Дирихле, который преподавал в Берлине у Якоби и Штайнера и сменил Гаусса в Геттингене. Другим из его самых выдающихся учеников был астроном Хейс, который занимал скромную должность в Мюнстерской академии, но чьи заслуги были выше той должности, которую он занимал, и который отличался превосходством своей оригинальной работы и способностями математика. Одним очень интересным фактом, касающимся учения Ома, было то, что ему удалось заинтересовать не только тех своих учеников, которым позже предстояло специализироваться в математике, но и тех, кто изучал математику только как предмет для умственного развития, который должен был быть применен для других целей позже в жизни, и кто счел учение Ома максимально полезным. Среди них хорошо известный немецкий литератор Якоб Венедей из Кельна, выразивший свою привязанность и благодарность к своему старому учителю очень ярким образом в своем очерке Кельнского собора, написанном в изгнании, которое постигло столь многих энергичных немецких мыслителей после провала революции 48-го года. Отправляя копию этого письма Ом, Венедей пишет: "Уважаемый сэр, Возможно, для вас будет источником удивления тот факт, что студент, который, по—видимому, так мало узнал от вас и ваших коллег, что теперь вынужден зарабатывать себе на хлеб писательством, продолжает испытывать к вам живейшую благодарность. Математика не виновата в том, что у меня сохранились лишь самые смутные воспоминания о ней. Однако я никогда не забуду ни личность моего профессора, ни его методы преподавания. Я часто рассказываю о том, как вы обращались с нами, мальчиками, и у меня сохранились самые яркие воспоминания о вашем влиянии как учителя. Редко бывают недели, никогда не бывает месяца, когда я не вспоминаю вас. Это не просто комплимент, который я делаю вам, поскольку я знаю вас слишком хорошо, чтобы думать, что лесть что-то значит для вас, поскольку это было бы недостойно вас, и я, со своей стороны, не из тех, кто любит сыпать комплиментами. Я часто мечтал встретиться с тобой снова, и сто раз мне казалось, что я вижу тебя, потому что у кого-то на расстоянии было что-то, что напоминало о тебе. Я могу сказать вам, что в те дни преподавания вы сделали для меня кое-что, чего я не смог бы сделать сам. Поэтому я могу думать о вас только с высочайшим чувством благоговения, приближаясь к тому, что вполне можно назвать любовью. Для меня это действительно будет счастливый день, если я когда-нибудь смогу каким-либо образом сделать час вашего существования счастливее ".

В то время как Ом так ревностно продолжал свое обучение в обоих старших классах гимназии, он никогда не упускал из виду ту высшую цель оригинальных исследований, к которой располагал его гений.

Его выбор предмета для первоначального исследования долгое время колебался между математикой и физикой, но, как он сам заявил, его опыт показал ему, что авторитет склонен играть большую роль в математике, в то время как область физики более открыта для личных исследований и наблюдений, он решил заняться этим отделом для своих специальных исследований, утешаемый мыслью, что физикой нельзя должным образом заниматься без математики. Оглядываясь вокруг, чтобы выбрать тему, которая послужила бы ярким предисловием к его работе в этом отделе, хотя в то же время он решил избегать той, где у него

не было бы соперничества, он обнаружил, что все готово к тому, что один из его современников назвал загадочным явлением гальванического тока. Это был действительно удачный выбор как для него самого, так и для возможности, предоставленной его гению, а также для самой науки об электричестве.

Затем он начал серию исследований, всегда экспериментального характера, с тщательно разработанными математическими объяснениями наблюдаемых явлений. Отчеты об этих исследованиях время от времени появлялись в ежегоднике химии и физики, издаваемом Швайггером. Примерно через десять лет они были собраны воедино или, по крайней мере, основные их части и опубликованы во второй половине ежегодника за 1826 год. К счастью, аппаратурой для его экспериментов владели в гимназии в Кельне, но без его механических навыков, полученных в детстве в качестве слесаря, было бы невозможно настолько разнообразить его эксперименты и модифицировать инструменты, чтобы выявить многие явления, которые ему удалось продемонстрировать. Почти все великие первооткрыватели в науке были умелыми людьми, обладавшими механическими навыками, и это так же верно и для медицины, как я показал в "Создателях современной медицины",^[24] хотя, возможно, этого и не следовало ожидать, поскольку здесь, в электричестве, это кажется очень естественным.

В 1826 году Ом почувствовал, что ему удалось исчерпать почти все, что он мог узнать для себя, и поскольку он хотел иметь возможности для дальнейшей учебы, и особенно для дальнейшего чтения, он попросил академический отпуск, который продлил бы его на следующий год. Работу, которую он уже выполнил, начали ценить, и после обсуждения статей, которые он опубликовал к тому времени, запрошенный отпуск был незамедлительно предоставлен; и в письме, в котором школьные власти высоко оценили его школьную работу, а также его первоначальные исследования, они разрешили ему взять годичный творческий отпуск для развития науки за половину обычной зарплаты, хотя и с условием, что ему будет разрешено больше, если это покажется необходимым и условия оправдают это.

Этот отпуск был, пожалуй, самым важным событием в жизни Ома. Он использовал это для того, чтобы сфокусировать идеи относительно электричества, которые постепенно формировались в его голове в течение последних десяти лет. В мае 1827 года, через шесть месяцев после начала его исключительного увлечения этим предметом, появилась статья Ома о математике гальванического тока. Это оказалось первоклассным научным достижением, которое должно было стать эпохальным в области электричества. В нем были определены условия, при которых электрическое напряжение существует в различных телах, и стало ясно, что существует фундаментальный закон электропроводности, который можно легко выразить простой формулой.

Предисловие Ома к его небольшой книге, которая должна была совершить такую революцию в электричестве и навсегда остаться одной из классик в этой области науки, во многих отношениях типично для этого человека. Его скромность трудно переоценить. Его простота сама по себе привлекает внимание читателя. Я не знаю ничего подобного в литературе по истории науки в этом отношении, если только это не предисловие к небольшой книге Ауэнбрюггера по перкуссии, в которой он заложил основы современной клинической диагностики.^[25] У двух мужчин гораздо больше общих качеств, чем авторство скромных предисловий к их книгам. Оба они были гениями, чьим именам грядущее время не позволит добровольно умереть, и оба они выполняли свою работу в отрыве от потока университетской жизни своего времени и постигла

аналогичная участь из-за пренебрежения, по крайней мере на некоторое время, их выдающимися коллегами важными открытиями, которые они сделали. Предисловие Ома заслуживает того, чтобы его процитировали из-за его классического качества:

Настоящим я представляю публике теорию гальванического электричества как особую часть науки об электричестве в целом и буду последовательно, насколько позволят время, склонности и средства, объединять больше таких частей в единое целое, если это первое эссе в какой-то степени возместит ту жертву, которой оно мне стоило. Обстоятельства, в которых я до сих пор находился, не были подходящими ни для того, чтобы побудить меня к поиску новинок, ни для того, чтобы дать мне возможность познакомиться с произведениями, относящимися к одному и тому же разделу литературы на всем его протяжении. Поэтому я выбрал для своей первой попытки ту область науки, в которой я меньше всего опасаюсь конкуренции.

"Пусть благожелательно настроенный читатель примет все, чего я достиг, с той же любовью к науке, с какой это изложено! Автор, Берлин, 1 мая 1827 года".

В своем предисловии к американскому изданию "Гальваническая цепь, исследованная математически", [26] Мистер Томас Д. Локвуд, вице-президент Американского института инженеров-электриков, сказал об этом шедевре Ома: "Достаточной причиной для переиздания английского перевода замечательной книги профессора Г. С. Ома является трудность, с которой столкнулся единственный предыдущий перевод (работы Тейлора научные мемуары) можно приобрести.

Однако, помимо этого, внутренняя ценность книги настолько велика, что ее следует прочитать всем электрикам, которые ценят нечто большее, чем поверхностные знания.

"В настоящее время наиболее примечательно отметить, насколько полно Ом изложил свой знаменитый закон о том, что электродвижущая сила, деленная на сопротивление, равна силе тока".

Что касается книги в целом, м-р Локвуд говорит, предположив определенное предвосхищение идей Ома, высказанных в предыдущем столетии: "Работа Ома стоит особняком, и, читая ее в настоящее время, преисполняешься удивления предвидению, уважения к его терпению и пророческой душе, а также восхищения необъятностью и разнообразием областей, охваченных его маленькой книгой, которая действительно является его лучшим памятником".

Как и многие другие великие открытия в физической науке, работа Ома не получила немедленной оценки, которой она заслуживала. Однако нельзя сказать, что она не привлекла внимания. Действительно, было бы легче простить ученых того времени, если бы это было правдой. Вскоре после его появления выдержки из него были сделаны Фехнером в Лейпциге, Пфаффом в Эрлангене и Поггендорфом в Берлине, что показало, что эти ученые очень ясно понимали значение и широкое применение закона Ома, как утверждает его автор. Со стороны этих людей не могло быть и речи о враждебной критике. Однако профессор Пол из Берлинского университета в берлинском "Ежегоднике научной критики", не колеблясь, выразил свое полное несогласие и заявил, что работа Ома ошибочна и должна быть отвергнута. Другие авторы того времени отнеслись к статье Ома более или менее равнодушно, как к обычному вкладу в науку.

Мнение профессора Поля было принято за представление выводов профессорско-преподавательского состава Берлинского университета, особенно известного своими

математическими способностями. Это должно было стать серьезным препятствием для Ома в университетской карьере, которую он планировал для себя. В Берлине к ним прислушивался министр образования, и вскоре Ом почувствовал, что критика его работы дает о себе знать в неблагоприятном для него направлении. Вскоре после появления его книги между Омом и органами образования возникли разногласия. Ом чувствовал, что это произошло из-за непризнания значимости его работы и что в сложившихся обстоятельствах он не мог надеяться на высокую оценку, которая предоставила бы ему возможности, которых он заслуживал. Он настоял на том, чтобы подать заявление об уходе с поста преподавателя. Ничто не могло изменить его решимости в этом вопросе, даже просьбы его бывших учеников, и его отставку пришлось принять.

Ом надеялся получить должность преподавателя в университете. Министр образования заявил, что, хотя его работа в качестве учителя была выполнена с тщательным усердием и добросовестным отношением к своим обязанностям, министерство сожалеет о том, что, несмотря на глубокую признательность ему и восхищение его превосходной работой в качестве ученого, они не смогли найти для него работу за пределами гимназии. Насколько тривиально звучат общепринятые выражения теперь, когда мы знаем, что они привели к временному прерыванию одной из самых блестящих научных карьер в Европе. Конечно, нельзя ожидать, что гуси оценят лебедей по достоинству, и это была вина не министра, а некоторых коллег Ома. Следующие шесть лет своей жизни, драгоценные годы между 38 и 44 годами, Ому пришлось отказаться от идеи преподавать в университете и посвятить себя частному репетиторству в Берлине со стипендией около трехсот долларов в год, достаточно мизерной, но, как казалось, достаточной для простого образа жизни Ома. Этим он был обязан доброте генерала. Радовица, который нанял его преподавать математику в военном училище в Берлине.

В конце этого времени, когда ему было почти 45 лет, его неудачное положение привлекло внимание короля Баварии Людвига I. Который предложил ему должность профессора физики в Политехнической школе в Нюрнберге, которая недавно королевским рескриптом была повышена до статуса Королевского института, имеющего в образовательных кругах тот же ранг, что и лицей для изучения гуманитарных наук. Здесь обязанности Ома вскоре должны были приумножиться. Он стал инспектором научного обучения, после того как некоторое время занимал должность профессора математики, а позже стал ректором Политехнической школы, должность, которую он занимал около десяти лет, выполняя свои обязанности с величайшей добросовестностью и преданностью.

Ом продолжал свою работу в Нюрнберге более пятнадцати лет. За это время ему удалось оставить свой след на каждом из факультетов физики. Обычно считается, что он обязан своей репутацией ученого-экспериментатора и математика своим исследованиям в области электричества. На самом деле, каждая область физики была освещена его работами, и, возможно, ничто так не свидетельствует об изначальном гении этого человека, как тот факт, что все, за что он брался, раскрывало в его руках новые научные аспекты. Удивительно только, что он так долго занимал подчиненное положение в образовательном мире Нюрнберга и получил назначение профессором физики мюнхенского университета только в 1849 году.

В разгар административной образовательной работы, которая выпала на его долю в Нюрнберге, Ом не пренебрегал первоначальными исследованиями, но каким-то образом ему удавалось находить время для экспериментов и изучения. Сделав кардинальное открытие в области

электричества, о ценности которого, несомненно, никто не знал лучше, чем он сам, можно было ожидать, что Ом, как только его новая должность предоставила ему такую возможность, посвятит себя исключительно этой области науки. Вместо этого он на время обратился к смежным предметам - звуку, теплу и свету, посвятив себя особенно их математике. Он сделал это, как он сам сказал, чтобы пополнить для собственного удовлетворения свои знания о научных основах невесомого, как тогда назывались тепло, свет и электричество, но также и потому, что он хотел, ради своих студентов, ближе познакомиться с тем, чего достигли недавние исследователи в области физики.

Это почти универсальное правило в науке: каким бы выдающимся исследователем ни был, он делает только одно кардинальное открытие. Однако Ому было суждено, после того как он блестяще осветил электричество открытием великого закона, пролить почти такой же яркий свет на область акустики; и в этом разделе физики существует закон, который заслуженно называют его именем, хотя его часто ассоциируют с законом Гельмгольца. Сам Гельмгольц всегда самым решительным образом настаивал на приоритете Ома в этом вопросе и постоянно называет рассматриваемый закон именем Ома.

Пожалуй, нельзя найти лучшего доказательства широты интереса Ома к науке, его исключительной способности к экспериментам или оригинальности его исследовательского гения, чем тот факт, что он таким образом обнаружил с помощью экспериментальных и математических методов решение важных проблем в двух таких различных областях физической науки, как электричество и акустика. До него вопрос об электрическом сопротивлении был абсолютно неразрешимым. Проблема акустики была не менее неясной, о чем можно судить по тому факту, что, хотя некоторые из лучших физиков и математиков Европы XVIII века — а в те дни были гиганты, среди прочих Брук Тейлор в Англии, Д'Аламбер во Франции, Иоганн Бернулли и Эйлер в Германии и, наконец, Даниэль Бернулли — посвятили себя ее решению, она, тем не менее, оставалась нерешенной. Здесь, как и в электричестве, простота решения, найденного Омом, показывает, насколько прямыми были его методы мышления и насколько тщательными были его методы исследования. Возможно, самой поразительной чертой работы Ома в области акустики и, прежде всего, его решения важной музыкальной проблемы является тот факт, что сам он, в отличие от большинства своих немецких соотечественников, не имел музыкального слуха и не любил его.

В своей речи, произнесенной на публичном собрании Королевской баварской академии наук в Мюнхене в марте 1889 года, в столетнюю годовщину со дня рождения Ома, Юджин Ломмель, обсуждая научную работу Ома, сказал: "Поскольку его закон в акустике позволил лучше всего понять доселе непостижимую природу музыкальных тонов, он доминирует в акустике наших дней не менее полно, чем закон Ома об электрическом токе доминирует в науке об электричестве".[27] Этот закон касается разделения тонов на их составляющие. Идеи, изложенные Омом, были почти абсолютно новыми. Они были настолько новыми, что никто из специалистов в области акустики не мог подумать, что Ом совершил великое открытие. Его закон гласит, что человеческое ухо воспринимает только вибрацию, подобную маятнику, как простой звук. Каждое другое периодическое движение он преобразует в набор маятниковых колебаний, которые затем слышит в звуке как серию отдельных тонов, основных и обертонов. Ом пришел к этому закону из математических соображений, используя ряды Фурье; для его экспериментальной проверки он был вынужден воспользоваться хорошо развитым слухом

своего друга, поскольку сам он, как мы уже говорили, был совершенно лишен музыкальных способностей.

Результаты Ома были слишком далеки от привычных представлений исследователей звука того времени, чтобы быть принятыми ими. Сибек, который был одним из самых выдающихся ученых того времени в области акустики, не колеблясь подвергал резкой критике, точно так же, как Поль мало что понимал в законе электрического тока Ома. Однако, в то время как иностранцы должны были рассказать немецким ученым о ценности достижений их великого коллеги в области электричества, привилегия указать на значение его работы в области звука должна была стать удачей для соотечественника. Однако прошло почти двадцать лет, прежде чем это оправдание должно было состояться. Затем Гельмгольц, через десять лет после смерти Ома, предоставил экспериментальные средства, которые позволили даже неискушенному уху разложить звук на простые частичные тона, и произвел революцию в теории музыки своим классическим трудом "Наука о восприятии звука", который полностью основан на законе акустики Ома.

Ом в приложении к своей работе "Гальваническая цепь, обработанная математически" осмелился предложить определенные предположения относительно конечной структуры материи. Он сказал: "Существуют свойства заполняющей пространство материи, которые мы привыкли рассматривать как принадлежащие ей. Есть и другие свойства, которые до сих пор мы были склонны рассматривать как случайности или гостей материи, которые время от времени присутствуют в ней. Для этих свойств человек придумал причины, если не внешние, то по крайней мере внешние, и они проходят как нематериальные независимые фазы природы под названиями света, тепла, электричества и т.д. Должна быть возможность так представить себе структуру физических тел, чтобы наряду со свойствами первого класса одновременно и обязательно были даны свойства второго".

Тем интереснее познакомиться с рассуждениями Ома на тему конечного строения материи, потому что через несколько лет Пастер, тогда еще сравнительно молодой человек, также увлекся идеей постичь строение материи с помощью своих наблюдений над диссимметрией, от которых, однако, через некоторое время отказался, потому что нашел другие, более практичные предметы, которым можно было бы посвятить себя, хотя он никогда не отказывался от мысли, что когда-нибудь сможет вернуться к ним и, возможно, открыть основополагающие принципы материи на основе наблюдений по этому предмету. Только в последние пять лет своей жизни, когда Ому было уже за шестьдесят, он смог насладиться удовлетворением амбиции, которую он лелеял с самых ранних лет своей преподавательской деятельности и которая, несмотря на неблагоприятные обстоятельства, была ценным стимулом в его работе. Около двадцати лет он надеялся, что когда-нибудь сможет посвятить себя исследованию физического строения материи. К сожалению, когда представилась возможность, многочисленные обязанности, связанные с его преподавательской деятельностью, помешали завершению его великой работы и, несомненно, лишили его поколение и наше драгоценное наследие в области математики строения материи, которое, несомненно, имело бы величайшую возможную ценность.

Конечно, бесполезно рассуждать о том, чего он мог бы достичь, если бы его оставили в покое на первоначальном этапе расследования. Проблема, за которую он сейчас взялся, была гораздо сложнее любой из его предыдущих задач. Однако тем, кто жил до законов Ома, казалось бы,

столь же безнадежным искать единый полный закон сопротивления электрического тока в цепи или обертонов в музыке, как нам - придумывать простую математическую формулу для атомарных соотношений. То, чего Ом достиг в этих других случаях благодаря своей чудесной способности устранять все ненужные факторы в проблеме, несомненно, помогло бы ему и здесь. В конце концов, главная сила гения заключается в его способности устранять лишнее, которое всегда до такой степени затемняет реальный обсуждаемый вопрос для обычных умов, что они совершенно неспособны увидеть даже возможность его простого решения. Искусство было определено как устранение лишнего; открытие в науке вполне могло бы быть определено в тех же терминах. При сложившихся обстоятельствах мы не можем не сожалеть о том, что Ому не было предоставлено времени и возможности проработать мысли, которыми он был занят. Это было бы даже более удовлетворительно, если бы драгоценные годы его зрелого среднего возраста не были потрачены впустую на тривиальные, общепринятые задачи, так что ему, возможно, было бы позволено посвятить свой академический досуг, раньше, чем это было на самом деле, проблеме, которая так постоянно занимала его с тех пор, как он сделал свое великое обобщение в законах электричества.

К сожалению, большую часть времени Ому теперь приходилось уделять своим преподавательским обязанностям. Если бы не его самопожертвование в этом вопросе, его успех как учителя, несомненно, был бы менее заметным. Однако сама наука, должно быть, пострадала от такой предварительной занятости ума кругом обычных обязанностей, поскольку Ом больше не мог посвящать свое время оригинальным исследованиям. Тем временем его великое открытие становилось само собой разумеющимся. В течение этих десяти лет, прошедших с момента публикации его книги, ряд выдающихся физиков в каждой стране — Поггендорф, и особенно Фехнер, в Германии, Якоби и Ленц в России, Генри в Америке, Розенкельд в Швеции и Де Хир в Голландии — рассматривали проблемы силы электрического тока, изложенные в законе Ома, и подтвердили его вывод своими исследованиями в аналогичном направлении. Французский физик и член Академии наук Пуйе применил идеи Ома к термоэлектричеству и пироэлектричеству, используя его термины и доведя свою работу до сведения иностранцев в целом, так что перевод работы Ома был сделан на английский.

Работа Ома сразу же привлекла к себе внимание, которого она заслуживала в Англии. Королевское общество наградило его медалью Копли, которая была учреждена в качестве награды за важные открытия в области естественных знаний. До Ома только один другой немецкий ученый, Карл Фридрих Гаусс из Геттингена, был удостоен такой чести. Слова, использованные Королевским обществом при присвоении этого звания, показали, насколько высоко представители английской науки оценили работу Ома. Они сказали, что он очень ясно изложил законы электрического тока и таким образом завершил решение проблемы, которая была столь же важна в области прикладной науки, как и до сих пор в школах. Признание теперь стало правилом, и Ом испытывал удовлетворение от того, что все его коллеги по физическим наукам признали значимость его работы.

Таким образом, признание Ома пришло сначала от иностранцев, и только потом от его соотечественников. Немедленная признательность могла бы многое значить для него, и даже это запоздалое признание придало ему нового мужества и новых сил для продолжения своей работы. Он сразу же эффективно выразил свою благодарность и тот стимул, который дал ему посвящение Лондонскому королевскому обществу великой работы "Вклад в молекулярную физику", которую он планировал.

Через год после того, как он получил медаль Копли, его сделали иностранным членом Королевского общества Англии, и с этого времени его открытия начали находить отражение в учебниках как фундаментальные доктрины науки об электричестве. Немецкие и зарубежные научные организации последовали столь счастливому для них английскому примеру и начали признавать его физиком первого ранга. Дальнейшие наблюдения Ома какое-то время принимались не так охотно, как его первый закон. Причина этого заключалась в том, что Ом настолько опередил свое время, что еще не существовало подходящего электроскопа для проверки их истинности. Наконец, изобретение Деллманом точного электрометра и его применение профессором Кольраушем из Марбурга сделали экспериментальное подтверждение всей его работы столь же важным, как и для его закона.

Поразительно, хотя и не очень обнадеживающе для первооткрывателя в науке, размышлять о карьере Ома, осознавая, что некоторые важные открытия, которые, таким образом, оказались в конечном итоге столь же эпохальными, как и его закон, практически десять лет оставались без внимания, а их великолепно одаренному автору было позволено влачить довольно трудное существование в преподавании, но не в важном отделе науки, в котором он был таким великим мастером, а в определенных традиционных разделах математики, которые вполне мог преподавать практически любой, кто знал элементы высшей математики. Случай Ома, однако, не является единичным явлением в истории науки, он скорее следует правилу, согласно которому подлинная новизна редко приветствуется лидерами науки в любой данный момент; напротив, ее скорее осуждают, а ее первооткрывателя всегда холодно ставят на подобающее ему место те, кто возмущен его дерзостью, предполагающей научиться чему-то новому в их *собственной* науке.

Осветив таким образом электричество и акустику, Ом обратил свое внимание на отдел оптики. Его способность упрощать трудности и проникать в суть малоизвестных проблем иллюстрируется его вкладом в этот предмет, сделанным в то время, когда он был профессором физики в Мюнхенском университете. Оптика рано привлекла его внимание, и в 1840 году он опубликовал статью в "Анналене" Поггендорфа под названием "Описание некоторых простых и легко управляемых устройств для проведения Эксперимента по интерференции света". Со своей обычной способностью все упрощать он показал, что интерференционные призмы, которые были так тщательно изготовлены французами, могут быть изготовлены из обычного зеркального стекла. Он действительно смог продемонстрировать, что для этой цели можно использовать простую полоску от края куска такого стекла.

Он занимался этим увлекательным предметом до 1852-53 годов, а затем поставил перед собой трудную задачу разработать общую теорию этих явлений интерференции, которые так богаты формой и цветом. Проблема была действительно заманчивой, но некоторые из лучших научных умов Европы девятнадцатого века были заняты ею, не внося особого порядка в хаос, и она показалась бы совершенно бесперспективной никому, кроме Ома, для которого чем сложнее предмет, тем большей привлекательностью он обладал. Обладая удивительной способностью к синтезу и способностью находить ключ к пути через лабиринт трудностей, Ом преуспел в нахождении формулы, отличающейся большой простотой и красотой и охватывающей все отдельные цвета. Только после того, как он пришел к своим выводам и фактически опубликовал свои результаты, немецкий ученый обнаружил, что профессор Лангберг из Христиании, Норвегия, опередил его в отношении основных моментов его исследования, хотя и не во всех его деталях. Профессор Лангберг[28] опубликовал свою статью в норвежском журнале

естественных наук в 1841 году, а ее аннотация появилась в следующем году в первом дополнительном томе (Erganzungsband) "Аннален" Поггендорфа.

Об этой публикации профессора Лангберга Ом абсолютно ничего не знал. Он даже приложил некоторые усилия, чтобы выяснить, прежде чем проводить собственное исследование, было ли что-нибудь опубликовано по этому вопросу. На заседаниях Ассоциации немецких естествоиспытателей, состоявшихся в 1852 году, он привлек внимание многих видных физиков и минералогов, присутствовавших на том собрании, к цветным концентрическим эллипсам, которые возникают в связи с определенными кристаллами, используемыми при исследовании поляризации. Он спросил, видели ли их когда-нибудь раньше и было ли о них что-нибудь написано. Все те, с кем он консультировался, заявили, что они их не наблюдали и что, насколько им известно, о них ничего не публиковалось. Соответственно, Ом продолжил свою работу только для того, чтобы после ее официальной публикации обнаружить, что его почти полностью предвосхитили и что заслуга первоначального открытия принадлежит его норвежскому коллеге.

Когда его внимание было привлечено к публикации, Ом был совершенно готов признать приоритет заявления профессора Лангберга и отдать ему все заслуги, которые принадлежали его открытию. В начале второй части своей статьи он сказал:

"Я не знаю, следует ли мне считать удачей или несчастьем то, что чрезвычайно достойная работа Лангберга полностью ускользнула от меня и была забыта всеми. Несомненно то, что, если бы я знал об этом раньше, мои нынешние исследования, вызванные этой эллиптической системой, не проводились бы и я был бы избавлен от большого количества работы. Однако в этом случае ряд других и едва ли менее важных научных принципов оставался бы скрытым, по крайней мере, до поры до времени. В сложившихся обстоятельствах глубокая истина старой пословицы "Человек предполагает, а Бог располагает" снова дошла до меня. То, что изначально побудило меня исследовать этот предмет, теперь оказывается не представляющим интереса для науки, поскольку проблема была решена ранее. С другой стороны, ряд вещей, о которых я вообще не имел ни малейшего представления в начале моих исследований, теперь заняли его место и компенсировали его".

Возможно, ничто не покажет лучше, чем это, склонность Ома к тому Провидению, которое отменяет все и каким-то образом из смеси добра и зла в жизни совершает поступки, способствующие великой цели творения. Было продемонстрировано его в высшей степени пытливое отношение к науке, которое трижды приводило его к решению проблем, ставивших в тупик величайших ученых-экспериментаторов. Он, должно быть, был, прежде всего, человеком научного склада ума, в том смысле, что он не был готов принять то, что ранее признавали даже выдающиеся авторитеты в науке, но был готов искать новые ключи, которые привели бы его к более простым объяснениям, чем любые, которые предлагались ранее. Несмотря на этот пытливый нрав, столь в высшей степени присущий ученому и составляющий основу его успеха как экспериментатора и научного синтезатора, он, кажется, не сомневается ни в старом объяснении сотворения мира, ни в премудрой направляющей силе Божественного Провидения. Это тем более интересно, что материалистический взгляд на вещи, который утверждает, что мы не знаем ничего, кроме того, что можно извлечь из окружающей нас материи, уже начал распространяться в Европе, особенно в научных кругах, но Ома это не коснулось.

Другой пример такого же состояния ума Ома можно найти в предисловии к его последней великой работе "Его вклад в молекулярную физику", в которой он надеялся обобщить все, что он мог открыть и математически продемонстрировать в отношении строения материи. Он знал, что берется за работу, которая потребует многих лет и большого напряжения ума. Он также понимал, что его обязанности профессора физики и математики, а также директорство музеем и консультирование департамента телеграфной связи оставляют ему сравнительно мало времени для работы. Он предвидел, что, возможно, не сможет закончить ее, но вопреки всему надеялся, что ему это удастся. В предисловии к первому тому он заявил, что посвятит себя этой работе при любой возможности и надеется, что *Бог пощадит его, чтобы завершить ее*. Эта простота веры во Всемогущего действительно является поразительной чертой этого человека.

Работа, которую Ом начал таким образом с таким смиренным доверием к Богу, состояла в том, чтобы изложить свои выводы относительно природы, размера, формы и способа действия атома, с идеей о возможности вывести с помощью аналитической механики все явления материи. К сожалению, ему удалось написать только первый, вводный том, который носит название "Элементы аналитической геометрии пространства в системе косых координат". Это не касалось, как он признается, главной проблемы, которую он имел в виду. Второй том должен был содержать динамику структур тел, а третий и четвертый должны были быть посвящены физическому исследованию атома и его связи с другими атомами и материей в целом.

Однако Ом слишком усердно выполнял свои обязанности учителя, чтобы позволить себе уделять время собственной работе, которая позволила бы ему закончить ее. Среди прочего, что он сделал для своих учеников, было заполнение учебника физики. Он признается, что всегда испытывал отвращение к работе с учебником, и все же был вынужден взяться за эту задачу, потому что чувствовал, что в электричестве, звуке и оптике единственный способ, которым его ученики могли бы усвоить его идеи, многие из которых были результатом его собственной работы, - это иметь учебник самому, и он чувствовал себя обязанным сделать это за них, поскольку согласился на должность инструктора. Ему удалось очень быстро завершить работу над книгой, сделав литографию своих лекций сразу после их прочтения и раздав экземпляры своим классам.

Почти нет необходимости говорить, что эта работа была в своем роде совершенно оригинальной. Это было сделано с той легкостью, с которой он всегда мог что-то делать; но, к сожалению, напряжение от работы сказывалось на нем в его годы гораздо сильнее, чем тогда, когда в молодости он мог работать без усталости. В конце предисловия он признает, что задача была слишком сложной и что ему не следовало браться за ее выполнение, особенно в такой поспешности, в какой это было сделано. Это предисловие было датировано Пасхой 1854 года. Через несколько месяцев силы Ома начали ослабевать, и конец не заставил себя долго ждать.

Согласно переводу обращения Ломмеля, опубликованному в Годовом отчете Смитсоновского института за 1851 год, Ом умер в результате повторяющихся приступов эпилепсии 6 июля 1854 года. Дата указана верно; однако способ смерти, несомненно, указан по недоразумению. Врач, услышавший об эпилепсии, склонен сразу же поинтересоваться ее происхождением и задаться вопросом, как долго пациент страдал от нее. Нет сообщений о предыдущих приступах эпилепсии, и внезапное развитие настоящей эпилепсии в фатальной форме в возрасте 65 лет весьма маловероятно.

Его немецкий биограф Бауэрнфейнд, которого Ломмель цитирует как одного из авторитетов в области подробностей жизни Ома и который был учеником и близким другом, дает совершенно иное описание. До самого последнего дня своей жизни Ом продолжал читать лекции. Обязанности профессора взывали к его совести, как никто другой. В четверг, 6 июля 1854 года, он прочитал свою последнюю лекцию. В ту же ночь, в десять часов, он скончался. Причиной его смерти был назван повторный апоплексический удар. Очевидно, из-за того, что апоплексических припадков было больше одного, утверждение об эпилепсии было добавлено к сообщению о его смерти.

За несколько дней до своей смерти Ом был очень слаб, но продолжал выполнять все свои обязанности. Нам в наше время может показаться удивительным, что лекции в университете должны проводиться в июле; но предполагается, что второй семестр университетского года в Германии заканчивается не раньше первого августа, когда начинаются летние каникулы, и лекции продолжаются до конца июля. Способ смерти Ома, рассказанный его другом-биографом, сразу же корректирует представление об эпилепсии, а также показывает, что его уход произошел без каких-либо предварительных страданий, которые делают смерть настоящим несчастьем. За полчаса до своей смерти он развлекал нескольких друзей живыми воспоминаниями о событиях своей ранней жизни в Кельне и Трире. Он был очень весел в историях, которые рассказывал, и почти по-мальчишески счастлив в воспоминаниях о тех первых днях. Для того, для кого долг так много значил в жизни и кто всегда так преданно старался его выполнять, невозможно было представить более счастливого призыва к высшим вещам, чем тот, который пришел к Ому.

В следующее воскресенье множество друзей, все его коллеги и большинство студентов Мюнхенского университета проводили его до могилы. Университет чувствовал, что понес большую утрату, и никакие признаки его горя не казались слишком сильными. Ом был похоронен на старом мюнхенском кладбище, где до сих пор покоятся его кости, под простым памятником, вполне достойным скромного ученого, который выполнял свою работу терпеливо и спокойно, но с неизменным упорством; который не обращал внимания на аплодисменты толпы и многого достиг совершенно независимо от какой-либо обычной помощи со стороны других людей и крупных образовательных учреждений, которые часто считаются почти незаменимыми для выполнения оригинальной научной работы.

Личная внешность Ома будет интересна многим из тех, кому его открытия сделали его привлекательным как одного из великих оригинальных мыслителей в современной науке. Он был почти маленького роста, даже ниже среднего; и те, кто помнит Вирхова, могут составить некоторое представление о его внешности, если им сказать, что те, кто видел Ома и знал Вирхова, сочли, что в этих двух мужчинах есть определенное напоминание друг о друге. По словам его близкого друга и биографа, у него было очень выразительное лицо с высоким, несколько раздвоенным лбом. Его глаза были глубокими и полными интеллекта. Его рот, очень резко очерченный, с первого взгляда выдавал одновременно серьезного мыслителя и приятного человека с дружелюбным нравом. Он всегда был спокойным и, казалось, никогда не отвлекался. Говорил он мало, но беседа его всегда была интересной, и, за исключением тех случаев, когда он был в каком-нибудь особенно серьезном настроении, в ней всегда чувствовалась нотка легкого юмора. Он без колебаний время от времени привносил в свои лекции искорку остроумия и особенно умел мягковысмеивать ошибки, допущенные его учениками, но таким образом, чтобы не ранить их чувства, а заставить их осознать

необходимость более тщательного обдумывания, прежде чем давать ответы, и оценки принципов, прежде чем спекулировать на них. Он был особенно осторожен, чтобы не делать ничего, что могло бы каким-либо образом оскорбить его учеников, и именно этой осторожности в первую очередь приписывается успех его метода преподавания.

Его жизненные привычки с самого начала карьеры были простыми, и они оставались такими до самого конца. Он никогда не был женат, и сам он объяснял это неблагоприятным состоянием своих материальных ресурсов в начале своей карьеры учителя и тем фактом, что улучшения в этом плане по-настоящему не наступили, пока ему не перевалило за пятьдесят лет. Однажды он признался другу, что скучает по тем скромным радостям семейной жизни, которые так много делают для придания мужества и сил как перед большими, так и перед меньшими жизненными невзгодами. Большую часть лет преподавания он провел в пансионах. Только после назначения на профессорскую должность в Мюнхене он смог обзавестись собственным жильем, которым руководил близкий родственник.

Ома помнят скорее как учителя, чем как администратора системы образования. Его ученики вспоминают его как человека, способного быть в высшей степени наводящим на размышления, и в то же время ему удавалось легко усваивать детали информации. Дидактическая лекция, как метод обучения, ему не нравилась, и его успех был обусловлен применением совсем других методов. Он понимал, как много значит личное влияние, и особенностью его системы преподавания было почти непрерывное живое личное общение со своими учениками. Демонстрации и упражнения у доски всегда занимали первую половину его двухчасового урока, и только вторая половина была посвящена изложению нового материала. Таким образом, Ома преуспел не только в том, чтобы влиять на каждого ученика в соответствии со своими личными способностями, но и начал подготовку будущих учителей, подавая им живой пример того, какой должна быть их работа.

Успех Ома как учителя был признан со всех сторон. Его отношение к своим ученикам сильно отличалось от того, которое предполагали многие учителя. Вместо того, чтобы быть простым переносчиком научной информации, он сам был "верховным жрецом науки", как заявил один из его учеников, принося драгоценное вдохновение и не просто указывая на границы уроков и выясняя, известны ли они, но и делая работу продуктивной и интересной, не пренебрегая при этом ни одной деталью. Его ученики стали выдающимися инженерами, и поскольку именно в это время строились государственные железные дороги, у них было много возможностей применить полученные знания. Отчеты Королевской инспекционной комиссии неоднократно свидетельствовали об успехах Ома как преподавателя, но вскоре технические школы, находившиеся под опекой учеников Ома, были признаны намного выше среднего уровня и свидетельствовали не только об успешном преподавании техники с его стороны, но и о влиянии, которое его пример как учителя оказал на формирование у других готовности продолжать эту работу.

Насколько сильно Ома любили те, кто знал его лучше всего, можно должным образом оценить по следующему отрывку из панегирика, произнесенного в Мюнхене в 1855 году, вскоре после его смерти, профессором Ламонтом, который близко знал его: "Природа, - сказал он, - наделила Ома добротой сердца и бескорыстием в необычной степени. Эти драгоценные качества легли в основу всего его общения с товарищами. Несмотря на скрытую силу его характера, которая позволяла ему преданно работать на протяжении всей его карьеры, всякий раз, когда вставал

вопрос о чисто личной выгоде для него, он предпочитал поддаваться давлению извне, а не вызывать в себе сопротивление, и таким образом избегал всякой горечи в жизни. Печальные события, которые вынудили его в начале его карьеры покинуть выгодное положение и вернуться к частной жизни, не вызвали в нем никаких человеконенавистнических чувств, и когда позже блестящее признание дало ему то положение в мире науки, которое по праву принадлежало ему, простота его поведения никоим образом не изменилась, равно как и скромность его характера". Одним словом, Ом был одним из тех редких гениев, чье великодушие ставило его выше превратностей судьбы. Его способность выполнять оригинальную работу не была поколеблена противодействием, которое неизменно встречает по-настоящему новый первооткрыватель, но его неизменное хладнокровие столь же мало преувеличивалось тщеславием и претенциозностью из-за похвалы, которая столь справедливо досталась ему, как только миру стало известно истинное значение его научной работы.

Осознавая все, что работа Ома значила для министерства электричества, легко понять, почему его имя заслуживает места в науке на все времена. Чтобы навсегда почтить его память, Международный конгресс электриков, собравшийся в Париже в 1881 году, подтвердил действия Британской ассоциации 1861 года, присвоив единице электрического сопротивления название ома. Это идеальный памятник великому труженику. Это настолько простая и скромная награда, какую пожелал бы даже он, выражающая благодарность последующих поколений ученых на все времена.

СНОСКИ:

[23] Брат Ома, Мартин Ом, заслуживает отдельного слова, потому что его жизнь в определенных отношениях характерно отличается и потому, что, прежде всего, она отражает академический успех, в то время как жизнь Ома была почти академической неудачей. В конце концов он получил звание профессора математики в Берлине и стал считаться одним из величайших профессоров этого предмета в Европе. Их карьеры являются типичными примерами того факта, часто заметного в истории, что талант находит радушный прием в академическом мире, в то время как гениальность часто игнорируется и действительно может быть и часто является мишенью для ожесточенного противодействия. Работы младшего Ома в основном касаются математики, но почти всегда с какой-то общей, а не специальной точки зрения, и очень часто с точки зрения образовательной стороны предмета. Его первая книга была по аналитической и высшей геометрии в их элементах. Затем он написал учебные пособия по математике и механике. Одна из его работ "Дух математического анализа и его связь с логической системой" из-за своей ценности как учебного документа привлекла широкое внимание. Эта книга, переведенная Эллисом на английский язык, была опубликована в Лондоне в 1845 году. Одна из ранних книг Мартина Ома должна представлять особый интерес для педагогов из-за ее предмета. Его довольно длинное название звучит так: "Попытка сформулировать краткий, фундаментальный, ясный метод, позволяющий тем, у кого нет вкуса к математике, изучать математику, необходимую для высших и технических школ".

[24] Издательство Фордемского университета, 1907.

[25] Создатели современной медицины, Издательство Фордемского университета, Нью-Йорк, 1907.

[26] Нью-Йорк, компания Van Nostrand, 1891.

[27] Опубликовано в Годовом отчете Смитсоновского института за 1891 год, Вашингтон, 1893.

[28] В обращении к научной работе Джорджа Саймона Ома, опубликованном Смитсоновским институтом в 1891 году, это имя переведено как Санберг. В статье Бауренфейнда, опубликованной в *Allgemeine Deutsche Biographie*, фамилия пишется как Лангберг. Форма старонемецкой буквы L, возможно, наводила на мысль о букве S, или же она была допущена в результате типографской ошибки.

ГЛАВА X. Фарадей.

Распространенная среди европейских ученых максима о том, что лучше подождать, прежде чем принимать какое-либо научное открытие, чтобы посмотреть, что скажут о нем по ту сторону Рейна, бросает довольно любопытный боковой свет на предполагаемую абсолютность научного знания. Галльский энтузиазм или немецкая утонченность могут привести к появлению правдоподобных теорий, которые выглядят как научные открытия, но разрушительная критика соседней нации обычно спасает научный мир от обмана. Нередко англоговорящие ученые удерживали равновесие между этими соперниками в интеллектуальном мире, и их приверженность той или иной стороне в том или ином вопросе обеспечивала ей доминирование. Когда все трое, немцы, французы и англичане, соглашались относительно ценности научного открытия, тогда оно может рассматриваться как имеющее некоторую абсолютность или, по крайней мере, обладающее на данный момент окончательностью научной истины. Если это тройственное соглашение принимать за критерий значимости работы великого ученого, то Майкла Фарадея, без сомнения, следует считать одним из величайших ученых нашего времени и, вероятно, величайшим ученым-экспериментатором, которого знал мир.



Майкл Фарадей

Дюбуа Реймон в Берлине объявил Фарадея "величайшим экспериментатором всех времен и величайшим физическим первооткрывателем, который когда-либо жил". Профессор Мартиус сказал перед Академией наук в Мюнхене: "Фарадея заслуженно называют величайшим экспериментатором его эпохи, и это величайшая эпоха научных экспериментов вплоть до

нашего времени". Дюма, французский химик, в панегирике, произнесенном перед Французской академией наук, заявил, что Фарадей был "величайшим ученым, которым когда-либо обладала Академия". Чтобы дать представление о том, чего он достиг в области электричества, добавил Дюма, нужно было бы написать полный трактат на эту тему. "В этой области науки нет ничего, что Фарадей не исследовал бы полностью или не изменил очень существенно. Большая часть этой главы нашей современной науки является его творением и, несомненно, принадлежит ему". Рядом с этими свидетельствами французских и немецких ученых-современников следует поставить оценку Тиндаля, в которой излагаются заслуги его брата-ученого. "Если взять его в целом, - сказал он, - то, я думаю, следует признать, что Майкл Фарадей был величайшим ученым-экспериментатором, которого когда-либо видел мир".

Эти великолепные оценки Фарадея не прекратились и тогда, когда энтузиазм по поводу памяти о нем сразу после его смерти несколько померк, уступив место трезвому осознанию его заслуг. Когда Дюма подвел итог Фарадею в первой фарадеевской лекции Английского химического общества, он сказал: "Фарадей был типом самого удачливого и наиболее совершенного из ученых людей нашего времени. Его рука при реализации его концепций шла в ногу с его разумом при их разработке; ему никогда не требовалась смелость, когда он проводил эксперимент, у него никогда не было недостатка в ресурсах для обеспечения успеха, и он был полон осмотрительности при интерпретации результатов. Его стойкость, которая никогда не прекращалась после того, как он брался за выполнение задачи, и его осторожность, которая тщательно прорабатывалась при принятии общепринятого вывода, всегда будут служить образцами для экспериментатора".

Очевидно, что жизнь Фарадея должна представлять величайший интерес для поколения, которое в основном интересуется экспериментальной наукой, и так случилось, что его карьера содержит много других источников интереса; ибо Фарадей был человеком, сделавшим себя сам, который очень немногим был обязан кому-либо, кроме себя и своего собственного гения. Кроме того, он был глубоким мыслителем в отношении всех проблем человеческой жизни, а также проблем науки, и хотя он был добродушным другом для тех, кто был рядом с ним, очаровательным коллегой, которого всегда приветствовали близкие ученые, он не питал иллюзий относительно того, что жизнь является концом всего сущего, но уверенно смотрел в потусторонний мир и строил свою жизнь здесь с этой точки зрения.

Майкл Фарадей родился в Ньюингтон-Баттс, ныне называемом Сток-Ньюингтон, на окраине Лондона, в графстве Суррей, 22 сентября 1791 года. Его отец был подмастерьем кузнеца, здоровье которого было не очень хорошим, и, как следствие, семья немало страдала от бедности. Оба его родителя были известны своими хорошими привычками, трудолюбивой жизнью и глубокими религиозными чувствами. Несмотря на их бедность, что случается гораздо чаще, чем иногда думают, их дети воспитывались очень тщательно и получили ценное воспитание в высоких принципах. Как и большинству его великих коллег в области научных открытий, Фарадею пришлось рано начинать зарабатывать себе на жизнь. Возможностей для получения образования у него практически не было. Он научился читать и писать и, вероятно, имел некоторую небольшую подготовку в выполнении простых арифметических действий, но это был предел его формального обучения, и большую часть этого он получал дома. Он должен был помогать содержать свою семью, и поэтому казалось удачным, что недалеко от его дома был книжный магазин и переплетная мастерская, владелец которых заинтересовался

Фарадеями и взял Майкла мальчиком на побегушках, когда ему едва исполнилось тринадцать лет.

Именно здесь будущий ученый начал свое образование для себя и, как это ни странно, заложил глубокий фундамент своих познаний в науке. В течение первого года он разносил газеты покупателям и выполнял свою работу так добросовестно, что по истечении этого срока переплетчик предложил взять его подмастерьем к своему ремеслу, без обычной надбавки, которая в то время довольно строго требовалась для обучения мальчиков их ремеслу. Фарадей принял это предложение, но оказалось, что его интересует гораздо больше, чем внешняя сторона книг, которые он переплетал. Каким бы ни был досуг, он воспользовался им, чтобы прочитать ряд работ по экспериментальной науке, которые случайно оказались в магазине. К счастью для него, некоторые из них были классическими. В качестве введения в химию у него были "Беседы о химии" миссис Марсет и "Заметки Роберта Бойля о продуктивности химических принципов". Однако электричество интересовало его даже больше, чем химия, и "Эксперименты Лайонса с электричеством" и статья об электричестве в Британской энциклопедии подогрели его интерес и заставили мальчика захотеть получить больше такой информации. Вероятно, не могло быть лучшего доказательства того факта, что человек, у которого действительно есть интеллектуальные интересы, найдет материал для их удовлетворения, несмотря на неблагоприятные обстоятельства, чем этот мальчишеский опыт Фарадея.

Любопытным предвосхищением дальнейшей карьеры Фарадея является то, что он сразу же начал демонстрировать личным экспериментом некоторые утверждения, которые он нашел в книгах. Он раздобыл запас химикатов, насколько позволяла его скудная зарплата, и сконструировал практичную электрическую машину, хотя у него не было ничего лучше, чем большая стеклянная бутылка, служащая для нее цилиндром. Когда ему еще не исполнилось четырнадцати, он заметил рекламу цикла лекций по натурфилософии. Он сразу же загорелся идеей пойти к ним, но цена входного билета - один шиллинг -, казалось, ставила их совершенно выше его понимания. Его старший брат, который унаследовал от отца ремесло кузнеца, имел больше денег, чем он, и при должном уговоре был убежден выделить необходимые шиллинги, и так Фарадей попал на лекции. Старшим братьям сейчас не так часто приходится одалживать шиллинги младшим для допуска к научным лекциям, как во времена Фарадея, так что этот инцидент, по-видимому, стоит отметить.

Посещая эти лекции, Фарадей не только узнал много нового для себя в науке, но и познакомился с рядом серьезных сокурсников и завязал дружеские отношения на всю жизнь. Он сделал обширные заметки, а затем переписал их мелким, разборчивым почерком, сделав превосходные рисунки в перспективе аппарата, использованного в экспериментах. Его заметки были настолько обширны, что Фарадей собственноручно переплел их в четыре тома с указателем. Эти тома до сих пор хранятся в библиотеке Королевского института как одно из драгоценных сокровищ среди реликвий Фарадея.^[29] Вся история этих первых лет жизни Фарадея представляет собой серию иллюстраций того, как молодой человек, не имеющий необходимых возможностей для любимых занятий, может сделать их для себя. Казалось, все было против того, чтобы он приобрел глубокие познания в науке, и все же ему удалось создать для себя эквивалент хорошего научного курса, используя свои скудные возможности слушать лекции и читать книги по своему любимому предмету в перерывах между напряженной жизнью книготорговца и переплетчика.

В жизни юного Фарадея не всегда все шло так гладко, как в то время, когда он работал подмастерьем у своего друга-переплетчика. По окончании своего ученичества он стал подмастерьем переплетчика, и его первый работодатель оказался трудолюбивым мастером. Не имело значения, сколько работы проделал Фарадей и насколько хорошо, она никогда полностью не удовлетворяла этого французского эмигранта, поэтому неудивительно, что Фарадей искал другое занятие. Какое-то время у него было приятное занятие - исполнять обязанности помощника сэра Хамфри Дэви, который, работая над новым мощным взрывчатым веществом, вероятно, хлоридом водорода, попал в аварию, из-за которой на некоторое время лишился зрения. Однако это занятие, каким бы приятным и даже заманчивым оно ни было, длилось всего несколько дней. Это привело к удачному результату: вскоре Фарадею было предложено лично обратиться к сэру Хамфри Дэви за получением должности, и в конечном итоге это принесло ему должность ассистента в Королевском институте.

Его стремление занять этот пост усиливалось растущим осознанием того, что деловая жизнь ему не по душе. Ему казалось пустой тратой времени или, что еще хуже, для человека посвящать себя зарабатыванию денег. Даже в таком молодом возрасте у него было честолубивое стремление пополнить знания, которыми обладает человечество, и ненасытное желание расширить возможности других изучать все, что их интересует. Соответственно, он принялся за поиск возможности полностью посвятить себя науке.

Много лет спустя в письме доктору Пэрису он говорит: "Мое желание уйти от торговли, которую я считал порочной и эгоистичной, и поступить на службу науке, которая, как я полагал, делала ее преследователей дружелюбными и либеральными, побудило меня, наконец, предпринять смелый и простой шаг - написать сэру Хамфри Дэви, выразив свои пожелания и надежду, что, если представится возможность, он поддержит мои взгляды; и в то же время я отправил конспекты его лекций". Вскоре после этого Дэви позвонил одному из своих друзей, который в то время был почетным инспектором моделей и аппаратов Королевского института, и, держа перед собой письмо, спросил: "Вот письмо от молодого человека по имени Фарадей; он посещал мои лекции и хочет, чтобы я дал ему работу в Королевском институте. Что я могу сделать?" "Делать?" - ответил инспектор. "посади его мыть бутылки. Если он на что-то годен, он сделает это немедленно; если он отказывается, он ни на что не годен". "Нет, нет, - ответил Дэви, - мы должны попробовать его с чем-нибудь получше".

Дэви написал любезный ответ и договорился об интервью с молодым Фарадеем. Однако при этом он откровенно посоветовал ему заниматься своим делом, очень прямо сказав, что "наука была суровой хозяйкой и с финансовой точки зрения плохо вознаграждала тех, кто посвящал себя служению ей". Он, по-видимому, положил конец всякому дальнейшему рассмотрению этого вопроса, пообещав Фарадею работу по переплету книг этого Института и, кроме того, свою собственную.

Фарадей не был удовлетворен возвращением в книжный магазин, даже несмотря на все это любезное покровительство, но ничего другого ему не оставалось, и поэтому какое-то время он продолжал выполнять свои обязанности и проводил свободные минуты за чтением научных статей, а вечера - на научных лекциях, или переделывая эксперименты, которые он видел, и другие, предложенные ими, и, прежде всего, переписывая сделанные им заметки. Во всей истории науки нет более живой картины того, как человек, несмотря на все препятствия, добьется того, что ему дорого, если он действительно дорожит этим, чем картина Фарадея,

обучающего себя науке перед лицом того, что кажется почти непреодолимым разочарованием. К счастью, вскоре после того, как он был таким образом насильно привлечен к вниманию сэра Хамфри Дэви, бывший ассистент в лаборатории Королевского института не только пренебрег своими обязанностями, но и стал источником значительного раздражения. Его несчастье подтвердило возможности Фарадея. Ему предложили эту должность. Зарплата составляла всего двадцать пять шиллингов в неделю, но он принял ее очень охотно. Можно было бы подумать, что наконец-то для него открылась научная карьера, но его новая должность не была синекурой. Труд, который требовался от него, действительно, был настолько разнообразен, что несколько удивительно, что он находил время для собственного совершенствования. Его обязанности, изложенные в письменной форме, заключались в следующем:

"Посещать лекторов и профессорско-преподавательский состав и помогать им в подготовке к лекциям и во время их проведения. Там, где могут потребоваться какие-либо инструменты или аппаратура, следить за их аккуратным переносом из модельного зала и лаборатории в лекционный зал, а также чистить и заменять их после использования, сообщая руководителям о таких авариях, которые потребуют ремонта, с этой целью он ведет постоянный дневник. Чтобы один день в неделю он занимался поддержанием чистоты моделей в хранилище и чтобы все инструменты в стеклянных витринах чистились и протирались от пыли не реже одного раза в месяц".

Преыдущий ассистент жаловался на объем работы, который от него требовался. Легко заметить, что его обязанности были довольно сложными и отнимали много времени. Фарадей не ограничивался ими, хотя и выполнял их с большим усердием. Вскоре был отмечен его интерес к экспериментальной химии, и ему разрешили принять участие в экспериментах, проводимых в лаборатории. Одной из его первых работ было извлечение сахара из корнеплодов свеклы; но вскоре он приобрел богатый опыт в области сдерживающей стороны химии. Вскоре после того, как он начал свою работу в лаборатории, ему пришлось изготовить некоторое количество бисульфида углерода, одного из самых тошнотворных соединений. Он находил это достаточно отвратительным как опыт, но изучение этого принесло свою компенсацию.

Фарадею пришлось столкнуться не только с неприятными запахами, поскольку Дэви все еще был занят изучением взрывчатых веществ, при исследовании которых он был ранен в прошлом году. Фарадей пострадал от четырех или пяти взрывов в течение первого или двух месяцев своей работы. Действительно, вещество, с которым они экспериментировали, оказалось настолько ненадежным в этом отношении, что после второй довольно серьезной травмы Дэви от его дальнейшего изучения отказались.

Как только Фарадей получил свой пост в Королевском институте, перед ним открылось дело всей его жизни, и он глубоко погрузился в научные размышления, исследования и эксперименты всех видов. Молодой человек, который находил и использовал возможности, когда они были такими далекими и трудными, теперь использовал все, что было так близко под рукой. Однако он не ограничивался своей лабораторной работой, но, похоже, всегда чувствовал, что контакт умов, работающих в одном направлении, был наилучшим возможным способом стимулирования к знаниям. Он подал заявление, и его приняли в члены Лондонского философского общества, объединения примерно двух десятков людей, занятых множеством дел в течение дня, но интересующихся наукой, насколько они могли достать книги и

возможности для ее изучения. Они встречались каждую среду вечером и обсуждали различные научные темы, или, как они тогда это называли, философию, и, похоже, занимались многими вопросами как социальных, так и естественных наук. Эти люди, большинство из которых были старше Фарадея, вскоре стали равняться на него из-за глубины и растущей широты его знаний, и у нас есть несколько выразительных выражений их восхищения им.

Самое раннее успешное научное исследование Фарадея было проведено в области химии. Этого можно было ожидать, исходя из того факта, что он начал свою работу с сэром Хамфри Дэви, чьи основные научные исследования были связаны с химией. Его собственная великая научная работа должна была быть выполнена в области электричества. Однако даже за то короткое время, которое он посвятил химии, ему удалось сделать несколько открытий глубокого значения. Например, в своем специальном исследовании хлора он продемонстрировал существование двух хлоридов углерода, которые до сих пор не были получены. Прежде всего, он повлиял своей индивидуальностью на методы в химии. Он был первым, кто осознал, как много техника должна значить в современном развитии науки, и он сделал методическую химию, в отличие от практической химии, объектом совершенно специального изучения. Его работа *по химическим манипуляциям* сделала больше для подготовки успешных студентов-химиков и подготовки хороших исследователей в этой области науки, чем любая другая отдельная работа его поколения. Она продолжает представлять интерес даже в наше время и вполне достойна ознакомления всех тех, кто интересуется химией как наукой, и особенно оригинальными исследованиями в этой области.

Однако самая поразительная химическая работа Фарадея была проделана в отношении газов. Ему удалось сжечь несколько газов, и он был первым, кто ясно дал понять, что вся материя, вероятно, может существовать в каждом из трех различных состояний — твердом, жидком и газообразном — в зависимости от наличия надлежащих условий для каждого конкретного состояния. Можно было бы почти ожидать, что серьезные опасности, которым подвергся Фарадей в первые дни его работы в Королевском институте, когда его шеф, сэр Хамфри Дэви, так жестоко пострадал и он сам не раз был вовлечен в это дело, могли бы удержать его от дальнейших исследований в подобном направлении; но рвение Фарадея к научным исследованиям преодолело любые колебания, которые могли быть. Воздействие газов на людей оказалось столь же привлекательным для Фарадея, как и для Дэви. Его эксперименты с хлором грозили серьезно повредить его горло, и его предупредили об опасности, которой он подвергался, пытаясь определить, пригодны ли эти газы для дыхания и каково их воздействие на людей. Однако предупреждение было проигнорировано, хотя в последующих наблюдениях он проявил несколько большую осторожность. Его эксперименты с дыханием газами в конце концов привели его к открытию кардинальной важности в очень практической области анестезии. Сэр Хамфри Дэви в самом начале девятнадцатого века провел серию интересных экспериментов с газообразной закисью азота, так называемым "веселящим газом", и совершенно определенно указал на его обезболивающие свойства. Страдая от зубной боли, он вдохнул газ и почувствовал быстрое облегчение боли. Он подробно описал эти любопытные эффекты и предположил, что закиси азота, возможно, найдется место в хирургии, по крайней мере, для незначительных операций. Слова, которые он употребил по отношению к этому предмету, показывают, что идея анестезии, как мы теперь ее понимаем, пришла к нему совершенно определенно. Не прошло и двадцати лет, как Фарадей, вспоминая эксперименты Дэви с закисью азота, изучил серный эфир и показал, что вдыхание паров этого вещества вызывает анестезирующие эффекты, очень похожие на эффекты газообразной закиси азота, но

с возможностью продления их гораздо легче и, по-видимому, с меньшей опасностью, чем в случае с последним. В любой истории анестезии эти две серии экспериментов, проведенных в Королевском институте, должны быть заложены как краеугольные камни, и имя Фарадея особенно должно быть прославлено как одного из инициаторов в высшей степени благотворного прогресса в современной хирургии.

Фарадей оставил бизнес, чтобы посвятить себя науке, и его нельзя было отвлечь от цели сделать свою жизнь бескорыстной и делать что-либо не ради денег, а на благо науки и собственного удовлетворения. Как химик-практик, он вскоре получил множество возможностей увеличить свою зарплату, проводя анализы в промышленных целях. В течение одного года предложенный ему объем работы был оплачен так хорошо, что к его зарплате добавилось около 500 фунтов стерлингов. Однако это отняло драгоценное время, которое он мог бы посвятить оригинальной работе. Как только Фарадей осознал эту возможность вмешательства в его научные исследования, он пресек ее, вполне довольный тем, что живет на скромную зарплату своей должности в Королевском институте. Его действия в этом вопросе очень напоминали Пастера во второй половине века, когда императрица Евгения, которой он как раз демонстрировал свои открытия в области ферментации, спросила его, не хочет ли он применить их в реальном производстве и таким образом сколотить себе состояние на пивоварении. Пастер ответил, что считает недостойным французского ученого посвящать свое время зарабатыванию денег, когда перед ним открыт весь мир науки.^[30]

Однако из-за сознательного патриотизма, который был типичен для этого человека и его привычек, Фарадей сделал одно исключение из этого правила - не брать внешнюю работу. В письме лорду Окленду, много лет спустя, он пишет: "На последние десять или более лет я отказался от всех профессиональных занятий и добровольно отказался от большого дохода, чтобы в какой-то степени заниматься своими собственными исследованиями. Но при этом я всегда, как хороший подданный, считал себя готовым оказать помощь правительству, если это все еще в моей власти, но не за плату; ибо, за исключением одного случая (и то только ради человека, присоединившегося ко мне), я отказался принять ее. Я имел честь и удовольствие подать заявку, и это совсем недавно, от Адмиралтейства, Министерства вооружений, Министерства внутренних дел, Лесного хозяйства и других ведомств, на все из которых я ответил и буду отвечать до тех пор, пока у меня останутся силы".

Как мы уже говорили, основная работа Фарадея была выполнена в области электричества. Его величайшим открытием и, действительно, самым важным практическим открытием во всей области электричества было индукционное воздействие электрического тока на соседнюю цепь. Это было достигнуто путем экспериментальной работы высочайшего порядка. К концу 1824 года, когда ему было около тридцати трех лет, он пришел к определенному выводу, что электрический ток может быть получен движением магнита. Его разум был подготовлен к такому выводу значительным открытием Эрстеда, сделанным в июле 1820 года, о том, что электрический ток действует в некотором роде как магнит, когда провод, по которому он течет, может свободно перемещаться. Это открытие, определенно связывающее электричество и магнетизм, было в значительной степени разработано Ампером, а сфера его применения расширилась Волластоном. Любопытный, хотя и не редкий результат в таких случаях, когда не те, кто находится в непосредственном контакте с великим первооткрывателем, развивают или даже применяют его работу, был проиллюстрирован тем фактом, что француз Ампер первым воспринял открытие Эрстеда, в то время как следующим, успешно последовавшим по

открытому таким образом пути, был Волластон, работавший в Англии. Нужен гений, чтобы продвинуться хотя бы на небольшой шаг дальше в неизвестное; тренированного таланта учеников недостаточно. Теперь именно Фарадею, хотя и не под влиянием Волластона, предстояло успешно продолжить эти труды.

Несмотря на его убежденность в том, что магнит будет производить электрический ток путем индукции, и дальнейший шаг в том, что ток в одном проводе может вызывать ток в другом, эксперименты, проводившиеся в течение семи лет, очень мало приблизили его к фактической демонстрации этого важного принципа. Те, кто думает, что великие открытия делаются случайно и чуть ли не падают в руки своих создателей, как яблоко на Ньютона, должны вспомнить эти семь лет безуспешного труда Фарадея. Наконец, в 1831 году он получил первое определенное доказательство того, что электрический ток может индуцировать другой в другой цепи. Это открытие так много значило для него, что он не решался поверить в свой собственный успех. Почти через месяц после этой первой демонстрации для себя он написал своему другу Филлипсу: "Я сейчас снова занят электромагнетизмом и думаю, что нащупал что-то хорошее, но не могу сказать. Возможно, это будет водоросль, а не рыба, которую я, после стольких моих трудов, смогу наконец вытащить".

Как мы уже говорили, он давно подозревал, что должна произойти индукция, и пробовал токи различной силы, но безрезультатно. Однажды он заметил, что, хотя он и не мог производить постоянный наведенный ток, всякий раз, когда первичный ток включался или прекращался, происходило перемещение гальванометра, соединенного со вторичной цепью, хотя гальванометр оставался на нуле до тех пор, пока первичный ток тек стабильно. От этого он перешел к демонстрации того, что стержневой магнит, внезапно воткнутый в спираль из медной проволоки, произвел тот же эффект на гальванометр и, очевидно, вызвал кратковременный ток. Когда магнит был извлечен, стрелка гальванометра повернулась в противоположном направлении, показывая другой ток, так что электрические токи, очевидно, были вызваны относительными движениями магнита и проводника. Он продолжил свои эксперименты во множестве различных форм и за короткий промежуток времени, немногим более недели, как только был получен первый определенный намек, преуспел в столь полном раскрытии явления электромагнитной индукции, что его преемникам осталось лишь практическое применение в этой области.

Объяснение Фарадеем индукции токов во вторичной цепи, вероятно, было столь же важным вкладом в науку, как и серия экспериментов, с помощью которых он продемонстрировал возникновение индуцированных токов. Его разум был не того порядка, который допускал бы действие на расстоянии, то есть без какой-либо проводящей среды, через которую происходило действие. Старый афоризм схоластов "*actio in distans repugnat*" — действие на расстоянии, то есть без вмешательства медиума, абсурдно — понравился бы ему как основополагающая истина. Объяснение, которое он изложил для индуцированных токов, было основано на линиях магнитной силы, которые он так часто очерчивал с помощью железных опилок. Это было его любимое занятие в моменты сравнительного досуга - делать на железных опилках разнообразные изображения магнитных полей, проявляющихся под воздействием различных комбинаций магнитов. Он посыпал железными опилками "жевательную резинку", а затем, когда опилки выстроились в определенные линии, он выпустил на бумагу струю пара, которая расплавила жвачку и зафиксировала опилки на месте. Он объяснял электрическое

воздействие как передачу силы по таким линиям, как эти, и считал, что все электрическое поле заполнено ими.

Вероятно, лучшее краткое изложение работы Фарадея по индукции и ее значения было дано нам Клерком Максвеллом в его статье о Фарадее в девятом издании Британской энциклопедии. Нет никаких сомнений в том, что Максвелл, прежде всех людей девятнадцатого века, был в состоянии судить о значении работы Фарадея. Он был не из тех людей, которые говорят что-либо в панегирическом настроении, и его статья о Фарадее действительно является образцом взвешенного суждения и критического освещения. Подводя итог значению не только великого открытия Фарадея в области индукции, но и его теории, объясняющей это открытие, он без колебаний заявляет, что его (Фарадея) мнение является наиболее близким подходом к истине, который был выдвинут в этом широко обсуждаемом вопросе.

"После почти полувековой работы такого рода мы можем сказать, что, хотя практические применения великого открытия Фарадея расширились и увеличиваются в количестве и ценности с каждым годом, не было обнаружено никаких исключений из формулировки этих законов в том виде, в каком они были даны Фарадеем; к ним не было добавлено ни одного нового закона; и первоначальное утверждение Фарадея по сей день остается единственным, которое утверждает не больше, чем может быть проверено экспериментально, и единственным, с помощью которого теория явлений может быть выражена способом, который является фактическим и численно точным, и в то же время в рамках диапазон элементарных методов изложения".

О том, с какой исключительной тщательностью и абсолютной правдивостью были сделаны выводы Фарадея, можно судить по некоторым дальнейшим высказываниям клерка Максвелла в только что процитированной статье относительно отношения некоторых математиков к работе Фарадея. По этому поводу клерк Максвелл, рассуждая на тему, которую он сделал особенно своей и в которой его мнение должно иметь максимально возможный вес, сказал:

"До настоящего времени математикам, которые отвергли метод Фарадея изложения его закона как недостойный точности их науки, так и не удалось разработать какую-либо существенно отличающуюся формулу, которая полностью выражала бы явления, не вводя гипотез о взаимном действии вещей, не имеющих физического существования, таких как элементы токов, которые вытекают из ничего, затем по проводу и, наконец, снова погружаются в ничто".

Результаты Фарадея были описаны в статьях, впоследствии включенных в его первую серию "Экспериментальных исследований", которые были зачитаны в Королевском обществе 24 ноября 1841 года. Эти статьи, вероятно, содержат наилучшее из возможных доказательств гениальности Фарадея как экспериментатора и лидера в области научных наблюдений. В течение нескольких месяцев после своего первого успешного эксперимента ему удалось довести до совершенства все учение об индукции токами и магнитами, он изложил фундаментальные идеи, которые должны были составить формальную основу электромагнетизма на все времена. Возможно, невозможно дать лучшего представления о важности открытия, сделанного таким образом Фарадеем, чем в кратком параграфе клерка Максвелла по этому вопросу, в его очерке Фарадея в Британской энциклопедии. Можно сказать, что никто за весь девятнадцатый век не был более способен должным образом оценить ценность работы Фарадея, чем этот великий математик-электрик, который заложил прочный

фундамент математического электричества во второй половине девятнадцатого века. Клерк Максвелл говорит:

"Это был, конечно, большой триумф, и никто не оценил этот факт лучше, чем сам Фарадей, который работал над его проблемами в течение многих лет. Одной из первых задач, которую он поставил перед собой в своей записной книжке в молодости, было "преобразовать магнетизм в электричество", и теперь он это сделал. В течение месяца после того, как был проведен его первый успешный эксперимент, ему удалось получить индукционные токи с помощью земного магнетизма. В течение года он сделал еще один огромный шаг - получил искру от индуцированного тока. Обычно это казалось бы совершенно невозможным, поскольку искры возникают только в том случае, если электродвижущая сила очень высока, а индуцируемые им токи были очень малы. Однако он обнаружил, что если цепь провода, по которой протекал ток, разрывается во время прохождения тока, образуется небольшой мостик из паров металла, через который перескакивает искра. Сложность эксперимента заключалась в том, чтобы разомкнуть цепь в течение чрезвычайно короткого периода времени, пока течет ток. Фарадею это удалось, и в результате он получил первый зародыш электрического света. Когда он продемонстрировал этот эксперимент с помощью очень хитроумного устройства на собрании Британской ассоциации в Оксфорде, все были глубоко заинтересованы, но, вероятно, никто, даже самые оптимистичные из присутствующих ученых, ни на мгновение не задумались, что они видят начало далеко идущей революции во всем освещении мира".

Возможно, наиболее интересными из открытий Фарадея с научной точки зрения, поскольку они проливают так много света на проблемы всех связанных с ними явлений магнетизма, тепла, света и даже электричества, были те, в которых луч поляризованного света использовался как средство исследования состояния прозрачных тел под действием электрических и магнитных сил. Сам Фарадей, когда ему было всего тридцать лет, сделал запись в своей обычной лабораторной тетради, в которой были тщательно описаны все его наблюдения, что показывает, насколько сильно этот предмет начал интересовать его в самом начале его карьеры. Он упоминает, что поляризовал луч света лампы отражением и провел различные эксперименты, чтобы выяснить, оказывала ли на него какое-либо деполяризующее действие вода, помещенная между полюсами гальванической батареи в стеклянный резервуар, или различные жидкости, которые разлагались под действием напряжения в ходе эксперимента. Помимо воды, в качестве жидкостей использовались слабые растворы сульфата соды и сильной серной кислоты. Ни один из них не оказывал никакого влияния на поляризованный свет ни при прохождении электрического тока, ни при его отключении. Из этих наблюдений не удалось обнаружить никакого конкретного расположения частиц по отношению к поляризованному свету.

Такая запись с полным провалом в заключении достаточно распространена в записной книжке Фарадея. Однако неудача с самого начала его никогда не обескураживала. После того, как какой-либо предмет был рассмотрен всерьез, почти неизбежно, что в течение года будут найдены дальнейшие наблюдения по нему. То, что он задал один вопрос природы и не получил удовлетворительного ответа, никогда не было причиной, по которой он не должен был задавать дальнейшие вопросы в том же направлении; и, прежде всего, почему он не должен был задавать тот же вопрос другим способом. Попробовав постоянный ток, Фарадей в следующий раз экспериментировал с эффектом создания и размыкания цепи. Он не ожидал от этого многого, но надеялся, что при обстоятельствах, когда под действием тока не произойдет

разложения, он сможет найти какие-то признаки поляризации. Прошло почти двадцать пять лет, прежде чем Фарадею удалось решить проблему, которую он таким образом поставил перед собой в молодости, и прошло еще почти двадцать лет, прежде чем он сделал связь между магнетизмом и светом предметом своей самой последней экспериментальной работы. Ничто не обескураживало его. Когда он решил что-то исследовать, он продолжал проводить свои эксперименты снова и снова, разными способами, пока, наконец, не получил ответ на свой вопрос и решение проблемы.

Действительно, его настойчивость во всем, за что бы он ни брался, была поразительной чертой характера этого человека и одним из важнейших элементов его успеха в жизни. Его целеустремленность проявлялась одинаково как в малом, так и в великом. Однажды, разбирая какой-то прибор с философом-приборостроителем, он уронил на пол маленький кусочек стекла. Он предпринял несколько безуспешных попыток поднять его. "Не бери в голову, - сказал его спутник, - это не стоит таких хлопот". "Ну, но, Мюррей, мне не нравится, когда меня побеждает то, что я когда-то пытался сделать".

Фарадей был уверен, что между электричеством и светом существует какая-то совершенно определенная связь. Однако его эксперименты позволили ему продемонстрировать это только спустя почти пятнадцать лет после успешного эксперимента по индукции. В сентябре 1845 года он поместил кусок тяжелого стекла, изготовленного из силико-бората свинца, в поле магнита и обнаружил, что, когда луч поляризованного света проходил через стекло в направлении силовых линий, происходило вращение плоскости поляризации. Более поздние эксперименты показали ему, что все прозрачные твердые тела и жидкости способны производить это вращение в большей или меньшей степени. Когда магнит не использовался, а прозрачное вещество помещалось внутри катушки с проволокой, по которой протекал электрический ток, возникали аналогичные эффекты. Это была демонстрация определенной связи между светом и электричеством. Позже Фарадей обнаружил, что магниты оказывают направленное воздействие на стекло. Затем он провел эксперименты с газами и обнаружил, что они тоже проявляют магнитные явления и что, действительно, суточные колебания стрелки компаса были вызваны солнечным теплом, уменьшающим магнитную проницаемость кислорода воздуха. Дальнейшие эксперименты с газами показали ему, что азот абсолютно нейтрален в своей реакции.

Учитывая ранний интерес Фарадея к химии, можно было ожидать, что когда он обратится к электричеству и сделает открытия в этой области исследований, он, естественно, займется проблемой отслеживания законов и демонстрации взаимосвязи точек соприкосновения двух великих наук. Таким образом, после завершения изучения индукции Фарадей посвятил себя экспериментальному доказательству идентичности электричества трения и вольтаики и показал, что химия и физика имеют общую основу. Его индуктивная электрическая машина могла отклонять магнит и разлагать йодистый калий. Со своей склонностью измерять вещи, он определил, что количество электричества, необходимое для разложения крупницы воды, равно 800 000 зарядам его большой батареи лейденских банок. С другой стороны, ток от машины трения отклонял стрелку его гальванометра таким же образом, как и индуцированный электрический ток, так что все элементы доказательства идентичности двух форм явлений были теперь в его руках.

Следующим наиболее естественным результатом было то, что он должен был перейти к демонстрации законов электролиза. Он показал, что количество любого соединения,

разлагаемого электрическим током, в точности пропорционально всему количеству электричества, прошедшему через электролит. Разные вещества по-разному устойчивы к растворению под воздействием электрического тока, но каждое из них всегда действует одинаково и требует одинакового напряжения тока. Вещества, которые химически тесно связаны друг с другом, также родственны друг другу по количеству электричества, необходимому для разложения их различных соединений. Он, конечно, показал, что существуют различия в электрических связях, которые делают результаты, получаемые при разложении различных соединений, очень разными. Поляризация, например, проявляется в гораздо большей степени при разложении одних веществ, чем других. Одним из следствий является то, что сопротивление прохождению электрического тока заметно различается, и противоположная электродвижущая сила во многих случаях останавливает ток или ослабляет его действие, так что до окончания реального эксперимента количественный эффект от прохождения электрического тока через раствор определить невозможно.

Мнения Фарадея относительно значения электричества в животноводстве очень интересны из-за его глубоких знаний электрических явлений и их места в природе. Это тем более интересно, что это так просто, и большинство ученых были бы склонны сказать, что сама его простота является очень убедительным аргументом в пользу его истинности. "Поскольку живые существа производят тепло, и тепло, безусловно, идентичное теплу наших очагов, почему бы им также не производить электричество, и электричество таким же образом, идентичное электричеству наших машин? Подобно теплу, подобно химическому действию, электричество - это орудие жизни, и ничего больше".

В то время как Фарадей часто занимался предметами, связанными с материей и силой, которые, вероятно, еще долго будут оставаться загадками после его смерти, и часто высказывал мысли относительно природы атомов и невесомых агентов, все, что он мог сказать об этих предметах, не было расплывчатым и умозрительным, а, напротив, было конкретным и обычно такого практического характера, что добавляло что-то новое к нашим знаниям о них. Немногим людям когда-либо удавалось подобраться ближе к тайнам, лежащим в основе природных явлений, чем Фарадею; и все же никто никогда не был менее увлечен туманными теоретическими рассуждениями относительно них и не испытывал искушения думать, что, поскольку он знал гораздо больше, чем большинство других людей, о сложных проблемах природы, следовательно, он знал достаточно, чтобы быть способным разгадать тайны, которые существовали повсюду вокруг него. У него совершенно не было того, что обычно называют гордостью интеллекта, но, напротив, он обладал скромностью истинного ученого. Знание столь многого только заставило его еще острее осознать, о сколь многом он был невежествен. Что касается его рассуждений о материи, силе и невесомости, то Гельмгольц, великий немецкий физик, однажды очень кратко подытожил вклад Фарадея, чтобы показать практическую природу интеллекта Фарадея. Он сказал:

"Именно эти вещи Фарадей в своих зрелых работах все больше и больше стремится очистить от всего, что носит теоретический характер и не является прямым и простым выражением факта. Например, он выступал против действия сил на расстоянии и использования двух электрических и двух магнитных жидкостей, а также всех гипотез, противоречащих закону сохранения силы, который он рано предвидел, хотя и неправильно понял его научное выражение. И именно в этом направлении он оказал самое несомненное влияние, прежде всего, на английского физика, а затем и на физиков всего мира".

Изобретатели и промоутеры полезных изобретений часто пользовались советом Фарадея или его общей помощью. Замечательный пример этого был рассказан мистером Сайрусом У. Филдом. В начале своего великого предприятия, когда он хотел соединить Старый и Новый Свет телеграфным кабелем, он обратился за советом к великому электрику, и Фарадей сказал ему, что сомневается в возможности передачи сообщения через Атлантику. мистер Филд понял, что это фатальное возражение должно быть устранено немедленно, и попросил Фарадея провести необходимые эксперименты, предложив должным образом оплатить ему его услуги. Философ, однако, отказался от любого вознаграждения, но продолжал работать над этим вопросом и вскоре доложил мистеру Филду: "Это можно сделать, но вы не получите мгновенного сообщения". "Сколько времени это займет?" - последовал вопрос. "О! возможно, секунду". "Что ж, для меня это достаточно быстро", - заключил американец, и предприятие было продолжено.

Фарадей был далек от того, чтобы быть простым студентом-лаборантом; он был гораздо больше, чем просто великим преподавателем физики. Он был великолепным популярным лектором и сделал неисчислимо много для привлечения внимания своего поколения к физике и серьезного интереса к ней. Современник описал одну из его лекций в Королевском институте таким образом, чтобы дать нам некоторое представление, даже в эту отдаленную эпоху, о власти Фарадея над своей аудиторией, о его собственном удивительном интересе к предмету и его удивительной способности передавать этот интерес другим. В самой природе этого человека было заложено, что он не должен быть холодным и формальным, ибо он был человеком не только с головой, но, прежде всего, человеком, чье сердце и привязанности были сильно развиты, и он обладал силой энтузиазма, которая ставила его высоко среди художественных духов человечества. Наш американский поэт Стедман однажды заявил, что интеллектуальные качества поэта, творца в сфере мысли, и ученого, оригинального работника в области науки, лишь немногим отличаются друг от друга и должны рассматриваться как сопутствующие выражения одной и той же формы интеллектуальной гениальности. Имея это в виду, восторженное описание его лекций современником не покажется чрезмерным.

"Это было неотразимое красноречие, которое привлекало внимание и вызывало сочувствие. Оно пробуждало молодых от их видений, а стариков - от грез. В его глазах был блеск, который не смог бы скопировать ни один художник и который не смог бы описать ни один поэт. Их сияние, казалось, посылало странный свет в самое сердце его паствы; и когда он говорил, чувствовалось, что волнение его голоса и пылкость его слов могли принадлежать только обладателю этих горящих глаз. Мысль его была быстрой и сама прокладывала путь в новых фразах, если не находила ничего готового, подобно тому, как альпинист вырубает ступени в самом опасном восхождении своим собственным топором. Его энтузиазм иногда доводил его до экстаза".

Привычка Фарадея проверять мнения экспериментальным путем и частые разочарования, с которыми он сталкивался в отношении вещей, о которых, как ему казалось, он знал что-то определенное, сделали его чрезвычайно осторожным в выражении мнений. Некоторые из его мыслей на эту тему стоит вспомнить, потому что они остаются неизменно верными, и любой человек в любом поколении обнаружит, что по мере роста его опыта он все больше и больше поддается фарадеевскому настроению сомневаться в собственном мнении и с большей готовностью прислушиваться к мнению других. Как правило, это не относится к тем, кто находится в преклонном возрасте, но более выдающиеся умы среди пожилых мужчин не встают на свой путь. Флуранс мог бы сказать, что из-за постоянных физических упражнений

соединительная ткань в мозге таких людей формируется не в такой степени, как у других, и не делает их более твердыми. Как следствие, они с годами сохраняют сочувствие к чужому мнению и открытость ума. Однако для сравнения, их так мало, что это выражение Фарадея становится поразительным комментарием к его широте взглядов.

"Для правильного самообразования необходимо, чтобы человек исследовал себя, и не небрежно.... Первым результатом такой привычки ума будет внутреннее убеждение в невежестве во многих вещах, относительно которых учат его соседи, и в том, что его мнения и выводы по таким вопросам следует высказывать с оговорками. Столь дисциплинированный разум будет открыт для исправления на веских основаниях во всем, даже в том, с чем он лучше всего знаком, и должен ознакомиться с идеей, что это так ".

Возможно, еще интереснее, поскольку вызывает больше человеческого сочувствия, обнаружить, что Фарадей не доверял своему мнению о людях даже больше, чем своему мнению о вещах, и что сам он старался не обижаться на то, что ему говорили, и советовал другим проявлять величайшую осмотрительность в оценке значимости предполагаемых оскорблений.

Позвольте мне, как пожилому человеку, которому к этому времени следовало бы набраться опыта, сказать, что, когда я был моложе, я обнаружил, что часто неправильно истолковываю намерения людей и обнаруживаю, что они имеют в виду совсем не то, что я предполагал в то время; и более того, что, как правило, лучше немного притуплять опасения, когда фразы, казалось, подразумевают обиду и быстроту восприятия, когда, наоборот, они, казалось, подразумевали добрые чувства. Настоящая правда никогда не перестает проявляться, и противоборствующие стороны, если они неправы, скорее убеждаются, когда им отвечают терпеливо, чем когда они ошеломлены ".

Немногие жизни были счастливее, чем у Фарадея. Он отказался от обычных человеческих амбиций сделать то, что называется успешной карьерой зарабатывания денег, и постоянно оберегал себя от скатывания назад, как это делают многие, к краху своей первоначальной цели. Он прожил долгую жизнь в мире, занятый работой, которую любил превыше всего, и, несомненно, служит лучшей иллюстрацией максимы: "Блажен человек, нашедший свое дело". Говорят, что работа является одним из основных проклятий, наложенных на человека; но если, когда Творец запретит, она превратится в благословение тем способом, которым выполнялась работа, тогда можно спросить, что докажут Его благословения. У Фарадея было даже то, что встречается в жизни реже, чем счастье, - сознание своего счастья. Обычно оно настолько неуловимо, что ускользает от размышлений. На закате своей карьеры, когда в 1861 году он написал руководителем Королевского института письмо, в котором увольнялся с большей части своих обязанностей, он выразил это чувство очень красиво и в то же время так просто и ясно, что его заявление об отставке стало ценным литературным произведением.

"Я поступил в Королевский институт в марте 1813 года, почти сорок девять лет назад, и, за исключением сравнительно короткого периода, в течение которого я был за границей на континенте с сэром Х. Дэви, с тех пор я с вами. Все это время я был очень счастлив благодаря вашей доброте и заботе, которой Королевское учреждение наградило меня. Прежде всего, поблагодарите Бога за все Его дары! Далее я должен поблагодарить вас и ваших предшественников за неизменное ободрение и поддержку, которые вы оказывали мне в тот период. Моя жизнь была счастливой, и я получил все, чего желал. Во время его разработки я старался должным образом вернуть его Королевскому институту, а через него и науке. Но

течение лет (теперь насчитывающее три десятка), породившее сначала период развития, а затем период зрелости, в конечном счете привело для меня к постепенному увяданию. Это произошло таким образом, что вечер жизни стал благословением; ибо, хотя возникает нарастающая физическая слабость, вместе с ней даруется полная доля здоровья, свободного от боли; и хотя память и некоторые другие способности ума ослабевают, мое хорошее настроение и жизнерадостность не уменьшаются вместе с ними ".

В течение почти пяти лет после того, как он в значительной степени отказался от своей работы в Королевском институте, он встречал смерть не с невозмутимостью стоика, а со спокойным счастьем человека, верящего в Провидение и загробную жизнь. Даже потеря памяти, какой бы дорогой она, должно быть, ни была для человека, который всю свою жизнь хранил ее вместе с великими фактами науки, похоже, не слишком беспокоила его. Он осознал необходимость терпения и принял урок о его необходимости близко к сердцу, так что в этом не было никаких трудностей. Однажды, навестив своего друга, выдающегося ученого Барлоу, который всю жизнь работал почти бок о бок с ним в Королевском институте, но теперь страдал от паралича, он сказал: "Барлоу, мы с тобой ждем; это то, что мы должны сделать сейчас; и мы должны постараться делать это терпеливо". Когда к нему впервые пришло полное осознание того, что силы покидают его, он написал своей племяннице то, что, по его мнению, должно быть чувствами верующего в Провидение по отношению к смерти, и его письмо показывает, насколько тщательно он усвоил великие уроки христианства и каким большим утешением была для него его вера в этот самый темный час перед рассветом той, другой жизни, в которую он был так же безоговорочно уверен, как в любой из великих научных принципов, которые он продемонстрировал экспериментально. Он написал:

"Я не думаю, что для христианина смерть имеет в себе что-то такое, что делало бы ее редкой мыслью или чем-то иным, кроме постоянной. Мысль о смерти порождает представление о загробной жизни, а взгляд на грех (тот истинный взгляд, который только Святой Дух может дать человеку) порождает славную Надежду.... Мои мирские способности ускользают день ото дня. Счастье для всех нас, что истинное благо заключается не в них. Когда они убывают, пусть они оставят нас, как маленьких детей, уповающих на Отца Милосердия и принимающих Его невыразимый дар ". И когда темная тень напозла на него, он написал графу Парижскому: "Я преклоняюсь перед Тем, Кто является Господом всего сущего, и надеюсь, что буду терпеливо ждать Его времени и способа освободить меня, согласно Его божественному слову и великим и драгоценным обещаниям, посредством которых Его народ становится участником божественной природы".

Вероятно, особенностью карьеры Дарвина и Спенсера, которая является самой печальной для их приверженцев и которая заставила тех, кто отказывался быть признанным среди их последователей, оценить их односторонность, является признание ими обоими, что они потеряли свой интерес к поэзии и даже к литературе всех видов, а к концу своей жизни особенно полностью утратили способность ценить все художественное. Как и следовало ожидать из того, что мы знаем о Фарадее, с ним это было совсем не так; напротив, до конца своей жизни он сохранил все свое юношеское восхищение поэтами. Его племянница рассказывает историю о том, как часто слышала, как он читал стихи, и о том, как сильно на него раньше влияли его любимые стихи. В одном из своих писем она пишет:

- Но больше всего на свете мне нравилось слушать, как он читает "Чайльд Гарольда"; и я никогда не забуду, с каким чувством он прочел описание шторма на озере Леман. Брайон доставлял ему огромное удовольствие, и "Гимн Монблану" Кольриджа привел его в восторг. Когда что—нибудь трогало его чувства во время чтения — а такое случалось нередко, - он показывал это не только голосом, но и слезами на глазах".

В молодости он был настолько полностью поглощен научными исследованиями, что и подумать не мог, что когда-нибудь найдет время для обычных интересов жизни. Особенно это было верно в отношении вопроса о браке. Он чувствовал, что никогда не женится, и, похоже, скорее жалел тех, слабость чьей натуры заставляла их брать на себя множество жизненных обязанностей и искать чисто эгоистичного счастья. Еще совсем молодым человеком он написал:

"Чего только нет такого, что приходит в ложном, лживом обличье,
Делая тупыми дураками тех, кто раньше был мудрым?
Это Любовь".

Однако, когда пришло время, он изменил это мнение. Среди старейшин Церкви, которую он посещал в Лондоне, был мистер Барнард, серебряных дел мастер. Фарадей иногда проводила вечера в его доме и случайно познакомилась с его дочерью Сарой. Он встречался с ней не так уж много раз, прежде чем его представления о том, что любовь может означать в жизни, полностью изменились, и вскоре после знакомства с ней он написал ей письмо, в котором отрекается и просит ее быть больше, чем другом. Его письмо довольно интересно, как и положено любовным письмам.

- Ты знаешь меня так же хорошо или даже лучше, чем я сам. Вы знаете мои прежние предрассудки и мои нынешние мысли; вы знаете мои слабости, мое тщеславие, весь мой ум; вы обратили меня с одного ошибочного пути; позвольте мне надеяться, что вы попытаетесь исправить то, в чем ошибаются другие.... Снова и снова я пытаюсь сказать, что я чувствую, но не могу. Позвольте мне, однако, заявить, что я не эгоистичное существо, которое желает подчинить свои чувства только ради себя самого. Каким бы способом я ни мог наилучшим образом послужить вашему счастью, будь то усердием или отсутствием, это будет сделано. Не причиняй мне вреда, лишая своей дружбы, и не наказывай меня за то, что я стремлюсь быть больше, чем другом, делая меня меньшим; и если ты не можешь дать мне большего, оставь мне то, что у меня есть, но выслушай меня".

Несмотря на искреннее чувство, выраженное в этом письме, леди колебалась. На некоторое время она уехала из Лондона, очевидно, для того, чтобы передохнуть от пылкости его ухаживаний. Несмотря на свой глубокий интерес к науке, Фарадей последовал за ней на морское побережье, и после того, как они несколько дней вместе бродили по Маргейту и Дувру, где Утес Шекспира был их особым пристанищем, леди смягчилась. Фарадей вернулся в Лондон, переполненный счастьем. Ему не было и тридцати, когда они поженились, и в то время его зарплата составляла не более тысячи долларов в год. Это явно не был брак по расчету.

Большая часть счастья в его жизни досталась ему благодаря браку. Много лет спустя он назвал это "событием, которое больше, чем любое другое, способствовало моему счастью и здоровому состоянию души". С годами это чувство только углубилось и окрепло. В разгар своих научных

триумфов его первая мысль всегда была о ней. Когда посещение научных конгрессов отвлекало его от нее, он часто получал письма, в которых всегда выражал свое страстное желание быть с ней. Один из его биографов сказал, "что, несомненно, в любой момент между их женитьбой и его последней болезнью он мог написать ей, как он это сделал из Бирмингема, во время проведения там собрания Британской ассоциации".

- В конце концов, нет ничего приятнее безмятежного времяпрепровождения дома; и здесь, в тот момент, когда я выхожу из-за стола, мне хотелось бы быть с тобой в *тишине*. О! какое у нас счастье! Мои выходы в мир таким образом только заставляют меня еще больше ценить это счастье".

Фарадей, вероятно, утратил больше иллюзий, чем большинство людей, и пришел к истинному пониманию вещей такими, какие они есть. Несмотря на то, что он всю жизнь учился, у него не было иллюзий относительно простого воспитания интеллекта или обладания превосходными интеллектуальными способностями как морального фактора. Его острое наблюдение за людьми делало подобную ошибку невозможной. С другой стороны, он часто отмечал, что невежественные люди или, по крайней мере, те, кому не хватает образования, достойны восхищения в поведении и принципах, и поэтому у нас есть его наводящее на размышления свидетельство:

"Я был бы рад думать, что высокие умственные способности обеспечивают нечто вроде высокого морального чувства, но часто испытывал огорчение, видя обратное; так же, как, с другой стороны, мой дух приободрялся, наблюдая в каком-нибудь низменном и необразованном создании такой здоровый, благородный ум, который заставляет человека полюбить человеческую природу. Я полностью признаю, что когда в одном существе встречается то, что является хорошим ментально и нравственно, это существо более приспособлено для того, чтобы творить и проявлять славу Божью в творении".

Здесь стоит напомнить очень определенное выражение Фарадея о том, что, по его мнению, должно быть позицией человека науки в отношении загробной жизни и существования Бога, потому что это было такое скромное, но убедительное изложение позиции ума, которую должен занимать каждый мыслящий современный ученый в этом вопросе, позиции, которую также занимают все великие коллеги Фарадея в области электричества. Это действительно позиция, которую занимали все великие ученые, смиренно склонившиеся перед верой, хотя столь многие представители меньшего света сочли это, по-видимому, невозможным. На лекции, прочитанной в 1854 году в Королевском институте, Фарадей сказал: "Как бы высоко ни ставился человек над окружающими его существами, в его представлении существует более высокое и гораздо более возвышенное положение; и бесконечны способы, которыми он занимает свои мысли о страхах, надеждах или ожиданиях будущей жизни. Я верю, что истина об этом будущем не может быть доведена до его сведения никаким напряжением его умственных способностей, какими бы возвышенными они ни были; что она становится известной ему из другого учения, отличного от его собственного, и принимается через простую веру в данное свидетельство.... И все же даже в земных делах я верю, что "невидимые вещи Его от сотворения мира ясно видны, будучи поняты созданными вещами, даже Его вечной силой и божественностью"; и я никогда не видел ничего несовместимого между теми вещами человека, которые могут быть познаны духом человека, который находится внутри него, и теми высшими вещами, касающимися его будущего, которые он не может познать этим духом".

В другом месте он сказал: "Когда я размышляю о множестве взаимосвязанных сил, которые рассеяны по природе; когда я думаю о том спокойном уравнивании их энергий, которое позволяет элементам, самым могущественным самим по себе, самым разрушительным для созданий и экономики мира, жить вместе и служить нуждам творения, я поднимаюсь от созерцания, более чем когда-либо впечатленный мудростью, благодеянием и величием, которые невозможно выразить нашим языком, Великого Распорядителя всего!"

Доктор Гладстон в своей книге "Жизнь Фарадея", которую мы так часто запрашивали, дал в одном поразительном абзаце описание кончины Фарадея, которое по своей простоте достойно великого человека, которого оно так хорошо представляет. Это настолько отличается от того, что обычно считается отношением ученого к смерти, что когда для контраста мы вспоминаем, что Фарадей признан величайшим ученым—экспериментатором девятнадцатого века, человеком своего поколения, наиболее почитаемым научными обществами в стране и за рубежом — его почетные члены насчитывали почти сотню, - это следует рассматривать как очень любопытное противоречие с обычным впечатлением по этому поводу: "Когда его способности быстро угасали, он подолгу сидел у западного окна, любясь великолепием заката; и однажды, когда его жена обратила его внимание на прекрасную радугу". который затем охватил небо, он посмотрел за падающий ливень и разноцветную арку и заметил: "Он установил Свое свидетельство на небесах". 25 августа 1867 года тихо, почти незаметно, произошло освобождение. Меньше было философов на земле и больше святых на небесах".

Когда мы подходим к концу жизни этого величайшего из экспериментаторов, самым ярким воспоминанием остается высочайший оригинальный гений этого великого первооткрывателя электричества, чьи работы были таким стимулом для других, чьи выводы легли в основу столь многих работ его современников и преемников в области электрических исследований, и чье место в мире науки обеспечено рядом с такими людьми, как Ньютон, Кеплер, Гарвей и другими великими пионерами науки. Однако нет никаких сомнений в том, что наши самые искренние чувства вызывает картина удивительно разностороннего существования великого ученого, его всепроникающей человечности, широты его души и сочувствия, его понимания людей во всех их проявлениях благодаря его собственному полному знанию самого себя, которое так поразительно демонстрируется. Мы уверены, что сам Фарадей меньше заботился бы о своей славе великого ученого, чем о кратком описании своей жизни, которое дал нам его друг Бенс Джонс, сказавший: "Всю жизнь он боролся за то, чтобы искать и говорить то, что считал правдой, и делать то, что считал добрым".

СНОСКИ:

[29] Некоторые книги, переплетенные Фарадеем в то время, все еще хранятся в библиотеке Королевского института вместе с его заметками по различным курсам лекций, некоторые из которых упоминаются более подробно позже в этом наброске, поскольку они также были переплетены им. Среди рукописей коллекции есть письма многих выдающихся ученых Европы.

[30] Создатели современной медицины, Издательство Фордемского университета, Нью-Йорк, 1907.

ГЛАВА XI.

Клерк Максвелл.

Естествознание в каждом отделе очень чудесно развивалось со своей экспериментальной стороны в течение первой половины девятнадцатого века. Фактов и наблюдений накопилось такое количество, что вскоре после середины столетия возникла потребность в великом математическом гении, который поместил бы результаты эксперимента на подходящие им места в великом своде прикладной и теоретической науки. Почти всегда такое требование находит адекватный отклик в свое время. Клерк Максвелл появился в этот самый подходящий для науки момент. Ни одна математическая задача не была для него слишком заумной или трудной, и за что бы он ни брался всерьез, он всегда освещал ее и обычно решал настолько полно, насколько можно надеяться при современном состоянии научных знаний. Именно в области электричества его математические способности проявили наибольшую ценность, и он обнаружил множество возможностей, которыми так хорошо умел воспользоваться.



Джеймс Клерк Максвелл

Теория электричества Клерка Максвелла, развитая в его классическом трактате "Электричество и магнетизм", хорошо названа проф. Питер Гатри Тейт, "Один из самых великолепных памятников, когда-либо воздвигнутых гением одного человека". Эта книга стала руководством и компаньоном большого числа ученых-физиков в девятнадцатом веке, чем, возможно, любая

другая, написанная в тот период. Не только в Англии или в англоязычных странах она была признана авторитетом и на нее постоянно ссылались, но и повсюду в научном мире. Не зная этого означало утверждать, что человек ничего не знает о более глубоких истинах науки об электричестве и всего лишь охотится за поверхностной информацией. Клерк Максвелл был известен и почитался всеми великими учеными-физиками мира. Его имя менее широко известно, чем имя большинства великих первооткрывателей электричества, потому что математические достижения всегда пользуются меньшей популярностью; но он заслуживает того, чтобы его знали все, кто интересуется наукой, не только из-за его великолепного вклада в математическое электричество, но и в не меньшей степени из-за качеств сердца и ума, которые делают его одним из величайших людей века, так быстро уходящего от нас.

Клерк Максвелл, как его обычно называют, потому что он был представителем младшей ветви известной шотландской семьи Клерков из Пенкикуика, родился в Эдинбурге 13 июня 1831 года. Как и почти о каждом другом человеке, достигшем отличия в загробной жизни, рассказывают истории о его не по годам развитом развитии, которые, вероятно, в данном случае имеют больше значения, чем в большинстве других, поскольку они демонстрируют реальные черты, которые были характерны для этого человека. Говорят, что в детстве он никогда не был удовлетворен, пока сам не выяснял все, что мог, обо всем, что привлекало его внимание. Он хотел знать, откуда берутся потоки воды, откуда и от чего отходят все трубы, как проходят провода от колоколов и тому подобное. Его часто повторявшимся вопросом было: "В чем дело?". Если предпринималась попытка отделаться от него каким-нибудь неопределенным ответом, он настаивал: "Но в чем же конкретно дело". Это, вероятно, было самой заметной чертой его последующей жизни. Общие объяснения явлений, которые удовлетворяли других людей, никогда не удовлетворяли его. Он с самого начала изучал природу и даже мальчиком изобрел всевозможные хитроумные механические приспособления. Домашние животные вызывали у него особое восхищение, но всегда в экспериментальных целях, и его выбор домашних животных, вероятно, поразил бы некоторых людей.

Он получил начальное образование в Эдинбургской академии, а университетское - в Эдинбургском университете, который окончил в 1850 году. Его пристрастие к математике, которое уже было очень сильно проявлено, привело его в возрасте девятнадцати лет к поступлению в Кембридж. Здесь, в течение одного или двух семестров, он был студентом Питерхауса, но впоследствии нашел более подходящее для его математических вкусов место в Тринити. Он получил ученую степень в Кембридже в 1854 году, хотя и только в звании второго философа, поскольку Раут был старшим. В более серьезном и требовательном экзамене на приз Смита он был признан равным старшему рэнглеру. Его математические таланты проявились очень рано, и неудивительно, что остаток его жизни должен был быть посвящен главным образом преподаванию математики и исследованиям, связанным с прикладной математикой. Не успех в университете определил его карьеру, поскольку он продемонстрировал свои удивительные математические способности гораздо раньше и привел несколько удивительных примеров своей способности решать сложные научные проблемы в математических журналах.

Действительно, его первоначальный вклад в высшую математику начался еще до того, как ему исполнилось пятнадцать лет. Он был ярким примером того факта, что великий гений обычно находит свою работу очень рано в жизни и обычно достигает в ней чего-то значительного, одновременно предвестника и знака будущего, еще до того, как ему исполнится двадцать пять. Пока клерк Максвелл работал в Эдинбургской академии, профессор Дж. Д. Б. Форбс в 1836 году

передал Королевскому обществу Эдинбурга короткую статью своего юного ученика о "Механическом методе вычерчивания овальных кривых" (декартовых овалов).

Несмотря на предубеждение, существующее в отношении не по годам развитой гениальности, и отчетливое ощущение, что это качество вряд ли окажется устойчивым, Клерк Максвелл продолжал выполнять превосходную оригинальную работу на протяжении всей своей юности. Когда ему было всего восемнадцать, он опубликовал две важные статьи в журнале "Труды Королевского общества Эдинбурга". Одна из них была посвящена "Теории кривых качения", а другая - "Равновесию упругих твердых тел". Сейчас о них помнят не только из-за последующей выдающейся карьеры клерка Максвелла, но и из-за их неоспоримой ценности как вклада в науку. Обе они демонстрируют не только его способность решать тонкие математические задачи в этом очень раннем возрасте, но и демонстрируют его способность к поиску оригинальных работ, которые делают их достойными рассмотрения сами по себе, совершенно независимо от репутации их автора или успешных достижений его последующей жизни.

Что касается одной из эдинбургских газет восемнадцатого года правления клерка Максвелла, проф. Гатри Тейт сказал, "что в ней он заложил основу одного из удивительных открытий своей более поздней жизни - временного двойного преломления, возникающего в вязкой жидкости в результате сдвигового напряжения". После его великолепной математической подготовки в Кембридже неудивительно, что его академическая карьера, основанная на великих оригинальных работах, должна быть продолжена вкладом в науку, значение которого постоянно возрастает. Сразу после окончания учебы он прочитал в Кембриджском философском обществе одну из немногих чисто математических статей, которые он когда-либо публиковал. Она называлась "О преобразовании поверхностей путем изгиба". Опытные математики, прочитавшие эту статью, сразу поняли, что появился новый гений в области математики. В том же году молодой шотландский математик сделал первый шаг в серии электрических исследований, которым суждено было занимать так много его внимания в дальнейшей жизни и которые оказались источником его величайшего вдохновения. Это состояло в публикации подробной статьи о "силовых линиях" Фарадея.

Хотя мы думаем о Максвелле как о физике-математике, не следует забывать, что он также был одним из ведущих ученых-экспериментаторов той великой эпохи, девятнадцатого века. Только человек, который сам был великим экспериментатором, мог должным образом оценить и развить с математической точки зрения работы таких людей, как Кавендиш и Фарадей. С ранних лет Максвелл проявлял явную склонность к экспериментам, и это распространялось даже на эксперименты над самим собой. Во многих отношениях эта его черта напоминает нам Иоганна Мюллера, великого отца современной немецкой медицины.^[31] Как и у Мюллера, существовала опасность, что эксперименты Максвелла над самим собой навлекут на него неприятности. Например, одно время его любовь к экспериментам привела его к тому, что он попробовал поспать вечером и встать на работу в полночь, чтобы провести долгие, тихие ночные часы в одиночестве. В очерке его жизни, написанном доктором Гарнеттом,^[32] цитируется письмо одного из его друзей об этой ночной привычке, которая забавна и интересна. Друг написал:

"С 2 до 2:30 ночи он упражнялся, бегая по верхнему коридору, вниз по лестнице, по нижнему коридору, затем вверх по лестнице и так далее, пока обитатели комнат, расположенных вдоль его пути, не вставали и не укладывали *пердуса* за своими спортивными дверями, чтобы

выстрелить в него ботинками, щетками для волос и т.д., Когда он проходил мимо ". Его любовь к веселью, острый ум, обширные знания и, прежде всего, полное бескорыстие сделали его всеобщим любимцем, несмотря на временные неудобства, которые его эксперименты могли время от времени причинять его сокурсникам.

В 1857 году клерк Максвелл получил премию Адамса за свое эссе на тему "Стабильность движения колец Сатурна". Он очень ясно показывает, что эти кольцевые отростки состоят из большого количества мелких масс. Эта работа, по-видимому, была бы очень далека от всего, что Максвелл предпринимал ранее, и действительно, по крайней мере поверхностному наблюдателю, показалась бы совершенно не относящейся к его сфере деятельности. Именно математическая составляющая привлекла его, и тот факт, что проблема была сложной, действительно, одной из самых сложных в то время перед астрономами, только укрепил его решимость разобраться в ней. Всю его жизнь математика оставалась его любимым видом работы, а его способность выражать самые сложные физические явления в математических формулах обеспечила ему репутацию во всей Европе, непревзойденную никем из его поколения. Чем больше проблема казалась неспособной к прямому изложению в математических терминах, при условии, что она представляла собой великое явление в природе, тем больше она привлекала Максвелла; и обучение в эти ранние годы использованию математики для решения физических соотношений должно было сослужить ему хорошую службу, когда он попробовал свои силы в демонстрации значения электричества в математических терминах.

Незадолго до этого, в 1856 году, Максвеллу, хотя ему было всего двадцать пять лет, предложили возглавить кафедру естественной истории, которая включала большинство физических наук, в Маришал-колледже в Абердине. Учитывая внимание, которое привлекли его математические статьи, неудивительно, что после четырехлетнего опыта преподавания он был приглашен в Королевский колледж в Лондоне. Он занимал свою новую должность восемь лет, а затем состояние здоровья потребовало от него удалиться в свое поместье в Киркадбрайтшире. После трех лет выхода на пенсию его английская Альма-матер потребовала его услуг, и искушение вернуться к академической карьере было так велико, что он не смог перед ним устоять. В 1871 году он стал профессором экспериментальной физики в Кембридже. Ему, больше, чем кому-либо другому, принадлежит великолепное развитие физических наук, имевшее место в Кембридже в последней четверти девятнадцатого века. К сожалению, ему не суждено было дожить до того, чтобы насладиться плодами своего труда по организации научной части университета, но именно под его руководством были подготовлены планы Кавендишской лаборатории, и он руководил каждым этапом строительства. Именно под его чутким руководством была приобретена очень ценная коллекция приборов, которой ее оснастил герцог Девонширский, и работа Максвелла здесь имеет большое значение в истории английской науки.

Он умер в 1879 году, когда ему было всего сорок восемь лет, но он произвел глубокое впечатление на науку девятнадцатого века. Почти половину своей скудной полувековой жизни он занимал видное место в Англии, а к тридцати пяти годам стал общепризнанным одним из ведущих ученых-физиков мира. Его карьера, как мы уже говорили, является поразительной иллюстрацией того, как рано в жизни человека приходит к нему настоящая работа и как мало успех в оригинальном исследовании зависит от того развития ума, которое, как предполагается, обусловлено только долгими годами применения в определенной области знаний. Очевидно,

что больше всего важен изначальный гений, а не какое-либо обучение, которое он получает, за исключением того, которое исходит от его собственных созревающих способностей. Окружающая среда, даже если она неблагоприятна, не сильно препятствует ему и не мешает ему достичь надлежащего завершения своего предназначения; а плохое здоровье лишь препятствует проявлению его всех сил, но не затмевает проявление его способностей.

Важным вкладом Клерка Максвелла в науку стала демонстрация того, что электромагнитные эффекты распространяются в пространстве в виде поперечных волн, подобных световым, и имеющих ту же скорость. Мы настолько познакомились с идеями, содержащимися в этом объяснении, что теперь они кажутся почти очевидными. Однако они стали большой неожиданностью для поколения клерка Максвелла и поначалу казались просто теоретическим выражением математической формулы. Однако вскоре объяснение Максвелла было подтверждено Герцем, который показал, что эти волны распространяются так же, как волны света, и что они проявляют явления отражения, преломления и поляризации. Герц перешел от своей демонстрации актуальности математической теории Максвелла к демонстрации других электрических волн. Эти волны Герца, как их называли, были поразительным открытием, но оставались всего лишь научным курьезом до тех пор, пока их не использовали для беспроводной телеграфии, когда началась новая эра прикладной электротехники.

Как он добился успеха в этом, будет лучше всего понятно из отчета профессора. Гатри Тейта о преданности Максвелла электричеству как делу всей жизни. Он говорит:

"Но величайшая работа его жизни была посвящена электричеству. Он начал с того, что с глубочайшим восхищением и вниманием прочитал все экстраординарные самораскрытия Фарадея, и продолжил переводить идеи этого мастера в краткие и выразительные обозначения математиков. Значительная часть этого перевода была выполнена во время его учебы в Кембридже. Автор имел возможность ознакомиться с рукописью "Силовых линий Фарадея" в форме, мало отличающейся от окончательной, за год до того, как Максвелл получил ученую степень. Его великая цель, как это было и великой целью Фарадея, состояла в том, чтобы перевернуть идею действия на расстоянии. Великолепные исследования Пуассона и Гаусса показали, как свести все явления статического электричества к простому притяжению и отталкиванию, оказываемому на расстоянии невесомыми частицами друг на друга. Сэр У. Томсон в 1846 году показал, что совершенно иное допущение, основанное на других аналогиях, приводит (с помощью своих собственных специальных математических методов) к точно таким же результатам. Он рассматривал результирующую электрическую силу в любой точке как аналогичный поток тепла от распределенных источников, точно так же, как предполагаемые электрические частицы. Эта статья Томсона, идеи которого Максвелл впоследствии развил экстраординарным образом, по-видимому, дала первый намек на то, что существуют по крайней мере два совершенно различных метода получения известных формул статического электричества. Переход к магнитным явлениям был сравнительно простым; но иначе обстояло дело с электромагнитными явлениями, где существенно задействовано текущее электричество. Вебер разработал чрезвычайно остроумную, но в высшей степени искусственную теорию, которая оказалась способной объяснить все явления, исследованные Ампером, а также индукционные токи Фарадея. Но это было основано на предположении о дистанционном воздействии между электрическими частицами, интенсивность которого зависела от их относительного движения, а также от их положения.

Это было, конечно, более отвратительно для ума Максвелла, чем статическое действие на расстоянии, разработанное Пуассоном. Первая работа Максвелла, в которой была предпринята попытка создать приемлемую физическую теорию электромагнетизма, была передана Королевскому обществу в 1867 году. Но теория в полностью развитом виде впервые появилась в его великом трактате об электричестве и магнетизме (1873). Воспользовавшись замечательной обобщенной системой координат Лагранжа, Максвелл показал, как свести все электрические и магнитные явления к напряжениям и движениям материальной среды, и в качестве предварительной, но чрезмерно суровой проверки истинности этой теории показал, что, если электромагнитная среда является той, которая требуется для объяснения явлений света, скорость света в вакууме должна быть численно такой же, как отношение электромагнитных и электростатических единиц. Мы пока определенно не знаем ни одну из этих величин очень точно, но средние значения наилучшего определения каждой из них в отдельности согласуются друг с другом более точно, чем различные значения любой из них. Кажется, больше нет возможности сомневаться в том, что Максвелл сделал первый грандиозный шаг к открытию истинной природы электрических явлений. Если бы он не сделал ничего, кроме этого, его слава была бы обеспечена на все времена. Но, как это ни поразительно, это составляет лишь малую часть содержания его поистине замечательной работы".

Предсказание Максвелла относительно распространения электрических волн получило свое полное подтверждение, как мы уже говорили, в блестящих экспериментах Герца и в последующем применении волн Герца к беспроводной телеграфии в наше время. Такое развитие мышления Максвелла произошло не случайно. Сам Герц заявил во введении к своему собранию документов, что идеей своей работы он обязан Фарадею и Максвеллу, и прежде всего предположениям Максвелла о природе электричества и его связи со светом. Герц сказал:

Таким образом, гипотеза о том, что свет является электрическим явлением, становится весьма вероятной. Чтобы дать строгое доказательство этой гипотезы, логически потребовались бы эксперименты с самим светом. Существует очевидное сравнение между экспериментами и теорией, в связи с которой они действительно предпринимались. С 1861 года наука располагает теорией, которую Максвелл построил на основе взглядов Фарадея, и которую мы поэтому называем теорией Фарадея-Максвелла. Эта теория подтверждает существование обнаруженного здесь класса явлений так же положительно, как остальные электрические теории вынуждены это отрицать. С самого начала теория Максвелла превосходила все остальные своей проработанностью и обилием связей между различными явлениями, которые она включала".

Насколько высоко оценили работу Максвелла по ту сторону ла-Манша, можно понять из слов Пуанкаре: "Результаты его (Максвелла) теории выглядели настолько убедительными, что к нашему восхищению его великолепной работой, вероятно, примешивалось чувство недоверия и подозрительности. Только после длительного изучения и ценой многих усилий это чувство рассеивается".

Объяснение электричества Максвеллом состоит в том, что это напряжение в эфире, что это состояние или модус, а не субстанция. Один выдающийся иностранный современник, который с величайшим интересом прочитал книги Максвелла, заявил, что он не может быть вполне удовлетворен, поскольку нигде не нашел, что такое электрический заряд, хотя, казалось, нашел

удовлетворительную информацию относительно всего остального. Максвелл, однако, очень хорошо осознавал ограниченность своих рассуждений и, прежде всего, колебался связывать свои математические выводы с утверждениями, которые в конечном итоге могли оказаться лишь предположениями, основанными на недостаточной информации с точки зрения наблюдения. Даже когда он давал свое объяснение, он не настаивал на нем как на абсолютном, но, как указал Пуанкаре, обсуждал его только как возможность. Французский ученый сказал: "Максвелл не дает механического объяснения электричества и магнетизма; он лишь стремится показать, что такое объяснение возможно".

Максвелл твердо верил в то, что у него должно быть хобби, а не обычная работа, и в то время, когда он посвящал себя математическому объяснению электричества, он обращался для развлечения к некоторым проблемам физики, физиологии и психологии, связанным с цветом. Он произвел почти такую же великую революцию в наших знаниях о цветовом зрении, как и в любом другом предмете, которым он занимался. Директор Гарнетт так хорошо сжал то, чего достиг клерк Максвелл в вопросе цветовосприятия, в своем очерке о нем в "Героях науки", [33], что я предпочитаю процитировать его объяснение. Он говорит:

"Было заявлено, что Томас Янг выдвинул теорию цветового зрения, которая предполагает, что существуют три отдельных цветовых ощущения, соответствующих красному, зеленому и фиолетовому, каждое из которых имеет свои особые органы, возбуждение которых вызывает восприятие соответствующего цвета, а другие цвета обусловлены возбуждением двух или более из этих простых ощущений в разных пропорциях. Максвелл использовал синий цвет вместо фиолетового для третьего ощущения и показал, что, если выбрать конкретный красный, зеленый и синий цвета и поместить их в угловые точки равностороннего треугольника, цвета, образованные путем их смешивания, расположить так, как показано на диаграмме Юнга, все оттенки спектра будут расположены вдоль сторон этого треугольника, а центр будет нейтрально-серым. Для смешивания цветных огней он сначала использовал цветной верх; но вместо того, чтобы рисовать круги цветными секторами, углы которых нельзя было изменять, он использовал круглые диски из цветной бумаги, разрезанные по одному радиусу. Любое количество таких дисков может быть объединено таким образом, чтобы на каждом был показан сектор вверх, и угол наклона каждого сектора можно изменять по желанию, перемещая соответствующий диск между другими. Максвелл использовал диски двух разных размеров, маленькие диски располагались поверх больших на одной оси, так что один набор образовывал центральный круг, а другой - кольцо, окружавшее его. Он обнаружил, что с дисками пяти разных цветов, из которых один может быть белым, а другой черным, всегда можно комбинировать их так, чтобы внутренний круг и внешнее кольцо точно совпадали. Исходя из этого, он показал, что в глазу могут выполняться только три условия, поскольку два условия были необходимы из-за природы волчка, поскольку меньшие секторы должны точно заполнять круг, как и большие. Таким образом, эксперименты Максвелла в целом подтвердили теорию Юнга. Они показали, однако, что относительная тонкость нескольких цветовых ощущений различна в разных глазах, поскольку расположение, которое обеспечивало точное совпадение в случае одного наблюдателя, должно было быть изменено для другого; но эта разница в тонкости оказалась очень заметной у дальтоников, поскольку в большинстве случаев дальтонизма, исследованных Максвеллом, ощущение красного цвета полностью отсутствовало, так что дальтоническим глазам требовались только два условия, и поэтому совпадение в таких случаях всегда могло быть произведено

только с четырьмя дисками. С тех пор Холмгрен обнаружил случаи дальтонизма, при которых фиолетовое ощущение отсутствует. Он согласен с Янгом в том, что третье ощущение соответствует фиолетовому, а не синему. Максвелл объяснил тот факт, что люди, не различающие красный цвет, делят цвета на синий и желтый, соображением, что, хотя желтый цвет является сложным ощущением, соответствующим смеси красного и зеленого, все же в природе желтые оттенки настолько ярче зеленых, что они возбуждают ощущение зеленого больше, чем сами зеленые объекты; и поэтому такие дальтоники называют зеленый и желтый желтыми, хотя их восприятие желтого на самом деле такое же, как восприятие зеленого нормальными глазами. Позже, с помощью комбинации регулируемых щелей, призм и линз, расположенных в "цветном ящике", Максвеллу удалось смешивать в любых желаемых пропорциях свет из любых трех частей спектра, так что он мог иметь дело с чистыми спектральными цветами вместо сложных комбинаций разноцветных бликов, создаваемых цветной бумагой. Из этих экспериментов явствует, что ни один луч солнечного спектра не может повлиять только на одно цветовое ощущение, так что в природе нет цветов настолько чистых, чтобы соответствовать чистым простым ощущениям, а цвета, занимающие угловые точки диаграммы Максвелла, влияют на все три цветовых ощущения, хотя на два из них они влияют в гораздо меньшей степени, чем на третье. Определенный цвет в спектре соответствует свету, который, согласно волновой теории, физически состоит из волн одинакового периода; но он может влиять на все три цветовых ощущения нормального глаза, хотя и в разных пропорциях. Таким образом, желтый свет данной длины волны значительно влияет на ощущения красного и зеленого, а синий (или фиолетовый) - незначительно, и тот же эффект могут вызывать различные смеси красного или оранжевого и зеленого".

За его исследования восприятия цвета Королевское общество наградило клерка Максвелла медалью Румфорда в 1860 году.

Однако, помимо этой более или менее теоретической работы, Максвелл сделал несколько интересных и важных открытий и изобретений в области оптики. Например, он отметил большие различия, которые существуют в глазах смуглых и светлых людей с разным цветом кожи, когда свет падает на центр желтого пятна, так называемую центральную ямку сетчатки. Его исследования в этом направлении привели его к открытию, что эта часть сетчатки в значительной степени лишена чувствительности к синему свету. Он смог продемонстрировать это в своем эксперименте с просмотром через стеклянный сосуд, содержащий раствор хромовых квасцов, когда центральная часть поля зрения на первую секунду или две приобретает светло-красный цвет. Он также был изобретателем остроумного оптического прибора - стереоскопа с настоящим изображением. Еще более важным открытием было открытие двойного преломления, которое на какое-то время возникает в вязких жидкостях, когда их перемешивают и их движение еще не остановлено. Максвелл показал, что канадский бальзам, например, при перемешивании приобретает отчетливую способность к двойному преломлению, которую он сохраняет до тех пор, пока сохраняется напряжение в жидкости, возникающее при перемешивании.

Не были оставлены без внимания и другие разделы физики. Например, одним из его величайших исследований было исследование кинетической теории газов. До него в этом направлении работали гении, ибо, как указал профессор Тейт, эта теория обязана своим возникновением Даниэлю Бернулли, величайшему математику восемнадцатого века, и была

развита благодаря успешным трудам Хирепата, Джоуля и, прежде всего, Клаузиуса. Работа этих людей поставила общую точность теории вне всяких сомнений и привела к ее очень общему признанию, однако ее детали нуждались в доработке, прежде чем она смогла стать определенно научной. Его величайшие достижения связаны с Максвеллом, и в этой области Максвелл проявил себя как экспериментатор по законам газового трения, а также как математик. Его работа с цветом продемонстрировала его изобретательность экспериментатора, и это еще раз иллюстрируют его тщательно организованные эксперименты с газами. Действительно, его работа в этом направлении ясно показывает, что для него не было ничего слишком сложного и что все, к чему он прикладывал свои усилия в области науки, он обязательно достигал выдающегося успеха.

Однако не только его научные монографии показывают, насколько великим ученым клерком был Максвелл, но и его учебники, даже более или менее элементарного характера, которые он написал, выдвигают ту же идею. Он написал, например, замечательный учебник по теории теплоты, который выдержал множество изданий. Изучающие этот предмет, даже те, кто не был далеко продвинут, находили его понятным и более легким в изучении, чем многие менее исчерпывающие работы. Он также написал элементарный трактат о материи и движении, который выдержал несколько изданий. Можно подумать, что такая небольшая работа едва ли заинтересует его настолько, чтобы побудить проявить свои способности в лучшем виде, и что в лучшем случае это будет обычное сгущение предыдущих знаний. Проф. Тейт, которого, несомненно, следует считать хорошим судьей в этом вопросе, говорит, что "даже эта книга, как и другие его более крупные работы, полна ценного материала, достойного самого внимательного прочтения не только студентами, но и самыми передовыми учеными".

Одной из характерных черт Максвелла было его желание делиться информацией с другими. Это распространялось не только на его академические связи, но, прежде всего, на рабочие классы, у которых могло быть мало возможностей для получения столь интересной информации по естественным предметам. Везде, где он в своей жизни занимал академический пост, он читал лекции рабочим. Он был чрезвычайно интересным собеседником, и один из его друзей сказал о нем: "Я действительно считаю, что нет ни одной темы, на которую он не мог бы говорить, и говорить хорошо, всегда сообщая самую любопытную и нестандартную информацию". Один из его частных наставников сказал о нем: "Для Максвелла невозможно неправильно мыслить о физических предметах". Таким образом, легко понять, как много значили для них его лекции перед рабочими в Абердине, Эдинбурге и в Королевском колледже Лондона, а также в Кембридже. Если бы такие люди, как Максвелл, занялись популяризацией науки в целом, тогда выражение "популярная наука" вызывало бы гораздо меньше порицания, чем это слишком часто случалось в прошлом и даже происходит в настоящее время.

Точно так же, как Максвелл взялся за решение сложнейших проблем физики, он без колебаний посвятил себя обсуждению проблем этики. Здесь его проницательность, жесткая логика его ума и способность доводить выводы до их окончательной значимости были столь же очевидны, как и в любом научном труде. Почти правилом является то, что ученые либо игнорируют великие проблемы места человека в природе и его предназначения, либо относятся к ним очень поверхностно. Агностицизм стал модой того времени и только начинал давать о себе знать как мода в мышлении, когда клерк Максвелл выполнял свою великую работу. Максвелл не был агностиком в науке, и поскольку он не мог решить все проблемы, которые возникали перед ним в связи с электричеством и строением материи, это не помешало ему поставить перед собой

задачу увидеть, какими должны быть его мысли по поводу этих предметов. У него не было ни одного из чувств агностика по отношению к ним, что, поскольку мы не можем знать о них все определенно и абсолютно, следовательно, их вообще не стоит изучать. Если бы Максвелл поддавался искушению развить какую-либо подобную мысль, мы бы пропустили некоторые из самых полезных научных спекуляций и предложений, которые когда-либо были сделаны.

Никто лучше Максвелла не знал, что его рассуждения о материи и электричестве были теориями, и что то, что он предлагал науке, было не определенными объяснениями, а возможными гипотезами. Он сам подчеркивал это снова и снова. Эта неспособность человеческого интеллекта в настоящий момент решать все вопросы, которые может вызвать его пытливый дух, не помешала ему исследовать и дополнять свои изыскания с помощью математических умозаключений и механических предположений, насколько это возможно. У него было такое же отношение к великим проблемам отношения человека к своим ближним, ко вселенной и к загробной жизни. Хотя он чувствовал, что не может полностью решить эти проблемы, он также чувствовал, что его рассуждений было вполне достаточно, чтобы позволить ему немного приблизиться к их сокровенной тайне и кое-что понять об их значении. В последние годы его жизни вопрос о существовании боли и страданий в мире привлек большое внимание из-за отношения Дарвина к ним и его заявления о том, что, поскольку он был неспособен понять их, они уводили его от мысли о милосердном Творце. Итак, у нас есть эссе клерка Максвелла "Аспекты боли", в котором он, в частности, рассматривает боль как дисциплину. Это, конечно, старая история о том, что люди поднимаются на ступеньках своего мертвого "я", и что последовательные смерти "я" представляют собой триумфальный прогресс, но этот великий ученый придает им новую энергию. Мы все знаем, что только человек, который пострадал, способен что-то делать, и мы все прекрасно понимаем, что человеку, который всю свою жизнь жил в комфорте, почти наверняка не хватит характера, когда на него обрушится большой кризис. Действительно, как утверждает клерк Максвелл, это настолько банально, что возникает вопрос, почему проблема боли должна была казаться такой трудной для понимания.

Также есть его эссе "Наука и свобода воли", которое, по-видимому, заслуживает особого внимания. У него нет иллюзий относительно детерминизма. Он совершенно уверен, что он свободен и что подавляющее большинство людей вокруг него поступают или не поступают так, как им заблагорассудится. Он указывает, что наука способствует детерминизму, только если смотреть на нее очень узко. Свобода воли не только совместима с научным мышлением, но и представляет собой то, что можно было бы ожидать как кульминацию значимости жизни. Одним словом, клерк Максвелл писал столь же убедительно в отношении великих проблем человеческой жизни, как и в отношении окружающей его физической природы, которая вызывала у него такой большой интерес. Он был истинным натурфилософом, и его интересы не ограничивались только низшими категориями существ.

Благодаря исключительной способности ума клерка Максвелла проникать в самую суть трудностей, выводы, к которым он пришел относительно существования материи и причин тех предельных качеств, которые она проявляет, представляют непреходящий интерес. Иногда говорят, что математика приводит умы к скептицизму. Кардинал Ньюман даже считал, что математический склад ума наиболее далек от того, от которого можно было бы ожидать уверенного принятия вещей на веру. Интеллект клерка Максвелла был в высшей степени математическим; тем не менее, он был далек от того, чтобы перейти в лагерь агностиков, его склонность доискиваться конечных причин вещей, казалось, почти подталкивала его к выводам

относительно происхождения материи, и особенно ее основных составляющих, которые обычно не считаются научными. Например, отрывок, подобный следующему, который можно найти в его книге "Теория теплоты", Лондон, 1872, стр. 312, очень хорошо выявляет эту тенденцию:

"Но если мы предполагаем, что молекулы вообще состоят из чего-то ранее созданного, или если мы предполагаем, что они состоят из чего-то ранее созданного, почему мы должны ожидать, что между ними существует какая-либо неправильность? Если они, как мы полагаем, единственные материальные вещи, которые все еще остаются в том точном состоянии, в котором они впервые начали существовать, почему бы нам скорее не поискать какое-нибудь указание на тот дух порядка, нашу научную уверенность в котором никогда не поколебляют трудности, с которыми мы сталкиваемся, прослеживая его в сложном расположении видимых вещей, и наша моральная оценка которого проявляется во всех наших попытках думать и говорить правду и установить точные принципы справедливости распределения?"

В наши дни часто говорят, что аргумент "дизайн в пользу созидания" утратил свой вес. Однако для клерка Максвелла это было явно не так. Напротив, он, казалось, находил в детальном знании основных составляющих материи, которое появилось в последние годы, дополнительные доказательства великого замысла, пронизывающего природу. Он пришел к выводу, что не только группы атомов, составляющие живые существа, были упорядочены таким образом, чтобы давать определенные результаты, потому что за природой стояла великая цель и, прежде всего, великий Проектировщик, но он также пришел к выводу, что отдельные атомы материи были так упорядочены по отношению друг к другу, и в этом порядке были так тесно связаны с соответствующими качествами высших существ, что только наличие великого замысла в природе могло, возможно, объяснить все эти удивительные свойства, которые можно было обнаружить даже в мельчайших частицах материи. В своей статье об атоме, опубликованной в девятом издании Британской энциклопедии, он сказал:

"То, о чем я думал, было не столько единообразием результата, обусловленным единообразием в процессе формирования, сколько единообразием, задуманным и достигнутым одной и той же мудростью и силой, для которых единообразие, точность, симметрия, согласованность и непрерывность плана являются такими же важными атрибутами, как изобретение особой полезности каждой отдельной вещи".

Вот старый аргумент в пользу существования Бога, основанный на замысле, проявленном во Вселенной, реабилитированный его применением к мельчайшим частицам материи, качества которых требуют такого объяснения ничуть не меньше, чем высочайшие приспособления природы.

Возможно, самое поразительное выражение всего в отношении атомов, которое позволил себе клерк Максвелл, - это то, в котором он находит то лучшее, что есть в человеке, в каждой мельчайшей частичке Вселенной, заложенное там Творцом так же верно, как и в Его высших существах, потому что они представляют самые драгоценные качества Его собственной природы, поскольку они отражены в творении, которое Он вызвал к существованию.

"Они (атомы) и по сей день остаются такими, какими были созданы, совершенными по количеству, мере и весу, и из неизгладимых черт, запечатленных на них, мы можем узнать, что те стремления к точности в измерениях, истине в высказываниях и справедливости в действиях,

которые мы считаем одними из самых благородных человеческих качеств, принадлежат нам, потому что они являются существенными составляющими образа Того, Кто в начале сотворил не только небо и землю, но и материалы, из которых состоят небо и земля".

Очень интересная сторона жизни Максвелла - это то, что свидетельствует о его неизменном интересе к литературе и даже о его случайных погружениях в поэзию. Хотя он так рано в своей карьере добился отличия в математике и физике, он все же находил время для пристрастия к классике, и мы даже находим несколько довольно хороших переводов од Горация, вышедших из-под его пера. Перевод части "Аякса" Софокла с греческого является поразительным свидетельством широты интеллектуальных интересов Максвелла. Однако на протяжении всей жизни он время от времени позволял себе роскошь облекать слова в стихотворные формы, и иногда с успехом, заслуживающим гораздо большего, чем мимолетный интерес. Весьма вероятно, что следующие стихи, например, которые являются первой и последней строфами стихотворения о формуле счастья в жизни и предназначались для исполнения (или, по крайней мере, на это он намекал) на мотив "Il segreto per esser felice", вызовут у многих сочувствие в наше время.

Есть люди, которые говорят, что
Они нашли способ
Быть здоровыми, богатыми и мудрыми: —
"Пусть ваши мысли будут немногочисленны,
Поступайте, как другие люди,
И никогда не будьте застигнуты врасплох.
Пусть вашим девизом будет следовать моде,
Но оставьте других людей в покое;
Не любите их, не ненавидьте и не заботьтесь об их судьбе,
Но следите за своей собственной.
И тогда, несмотря на то, что мир может взбунтоваться,
Продолжая играть в "поймай, кто поймают",
Ты можешь просто спокойно съесть свой ужин
И жить как разумный человек".

В "Природе" я читал совсем другое вероучение,
Там все живет в остальном;
Каждый ощущает одну и ту же силу
, Когда она движется своим чередом,
И все благословлены одним благословением.
Цель, ради которой мы живем, одна,
Но мы трудимся не ради нее в одиночку;
Ибо вместе мы чувствуем, как колесо в колесе
Нам помогает сила, нам не принадлежащая.
Поэтому мы не бежим от мира и его опасностей,
Ибо Тот, кто создал его, мудр;
Он знает, что мы пилигримы и странники,

И Он просветит наши глаза.

Вероятно, среди всех наших ученых девятнадцатого века не было более логичного и точно рассуждающего интеллекта, чем интеллект великого математика-электрика. У него не было ни односторонности чисто ученого-экспериментатора, ни, с другой стороны, узости исключительно спекулятивного философа. Обладая способностью к анализу, равной которой редко кто мог сравниться в течение столетия, он обладал способностью к синтезу, которая, вероятно, превосходила любого из его современников в любой части Европы. Его идеи относительно материи и ее конечного строения наводят на размышления. Его предположение о напряжении в эфире как объяснении электричества, позволившее ученым уйти от любопытных теорий прошлого, которые требовали от них принятия "действия на расстоянии", то есть без какого-либо связующего средства, демонстрирует его способность следовать из заумных идей к определенным практическим выводам. Таким образом, его религиозная жизнь будет сюрпризом для тех, кто думает, что наука уводит людей от религии.

В "Жизни клерка Максвелла", написанной Кэмпбеллом и Гарнеттом,^[34] есть отрывок из его друга и бывшего пастора Гиллемара, в котором подробности его религиозной жизни приведены настолько полно, что вряд ли требуется какой-либо дальнейший сбор информации на этот счет.

"Он был постоянным служителем церкви и редко, если вообще когда-либо, отказывался присоединиться к нашему ежемесячному позднему празднованию Святого Причастия, а также щедро жертвовал во все наши приходские благотворительные учреждения. Но его болезнь вытянула все сердце, душу и дух этого человека; его твердую и несомненную веру в Воплощение и все его результаты; в полное удовлетворение искупления; в дела Святого Духа. Он оценил и постиг все схемы и системы философии и нашел их совершенно пустыми и неудовлетворительными — "неосуществимыми" было его собственным словом о них — и он обратился с простой верой к Евангелию Спасителя".

Его вера не была поколеблена близостью смерти, а, напротив, казалась окрепшей. Его биографы рассказывают о некоторых выражениях, употребленных в адрес его друзей в эти последние дни, которые являются наглядным доказательством этого. Некоторые из этих отрывков настолько характерны и поразительны, что заслуживают того, чтобы быть в записной книжке тех, для кого современная идея о том, что наука противостоит религии или вероисповеданию, иногда могла быть источником беспокойства или, по крайней мере, поводом для спора. Вот типичный из этих отрывков:

В те последние дни мистер Колин Маккензи повторил нам два своих высказывания, которые можно повторить и здесь: "Старина, я прочитал о многих странных религиях; в конце концов, нет ничего лучше старых; и я изучил большинство философских систем и увидел, что ни одна из них не работает без Бога".

Не следует воображать, что из-за того, что клерк Максвелл был глубоко религиозным человеком, он был холоден, формален или чрезвычайно серьезен, или склонен к пуританству в отношении жизненных радостей, или фанатичен в том, что получал все возможное добродушное удовольствие от всего, что попадалось под руку. Он был далек от чрезмерной серьезности или того, что было названо, хотя и не совсем правильно, аскетизмом; напротив, он часто, даже обычно, был душой компании, с которой он был в данный момент. У него

совершенно не было эгоцентричных интересов узколобых людей, но было много друзей, и все его знакомые нравились ему. Его друзья были в восторге от доброты его сердца и полной конгениальности его характера. В связи с этим его очерк в Национальном биографическом словаре дает очаровательную картину:

"Как человека, Максвелла любили и почитали все, кто его знал; для своих учеников он был самым добрым и отзывчивым из учителей; для своих друзей он был самым очаровательным собеседником, полным веселья, жизнью и душой ужина Red Lion на собраниях Британской ассоциации; но в должное время храбрый и вдумчивый, проявлявший живой интерес к проблемам, которые лежали за пределами сферы его собственной работы, и на протяжении всей своей жизни суровый враг всего, что было поверхностным или неправдивым. В религиозных вопросах его убеждения были сильны и глубоко укоренились".

К этому можно добавить, что в его религии не было ничего чисто формального, и она не была формальной. Это вошло в большинство деталей его жизни, и тот факт, что каждый день в качестве главы дома он совершал вечерние молитвы за семью, был лишь свидетельством глубокого влияния религии на его жизнь. Когда пришла его последняя болезнь, хотя он знал, что его конец не за горами, а в его возрасте приближение смерти иногда мешает религиозной вере, потому что кажется, что более долгая жизнь может быть дарована тому, кто был так верен в своем исполнении жизненных обязанностей, набожность клерка Максвелла скорее возросла, чем уменьшилась. Любимым выражением его последних дней были стихи Ричарда Бакстера, которые, как можно было бы подумать, часто повторяла какая-нибудь поклонница женского пола, а не величайший ученый-математик девятнадцатого века:

"Господь, это не моя забота,
Умру я или буду жить;
Любить и служить Тебе - это моя доля,
И это должна дать Твоя милость".

Друг, близко знавший его, говорит: "В частной жизни клерк Максвелл был одним из самых привлекательных людей, искренним и ненавязчивым христианином. Хотя он был совершенно свободен от каких-либо следов зависти или недоброжелательства, он все же при соответствующих обстоятельствах демонстрировал свое презрение к этой псевдонауке, которая стремится вызвать одобрение невежд, заявляя, что сводит всю систему Вселенной к случайной последовательности беспричинных событий".

На этих этапах своей интеллектуальной жизни величайший из математиков—электриков девятнадцатого века заслуживает того, чтобы его относили к типу человека науки, а не ко многим посредственным интеллектуалам, чей разум, очевидно, был недостаточно широк для двух наборов истин - как морального, так и физического порядка.

СНОСКИ:

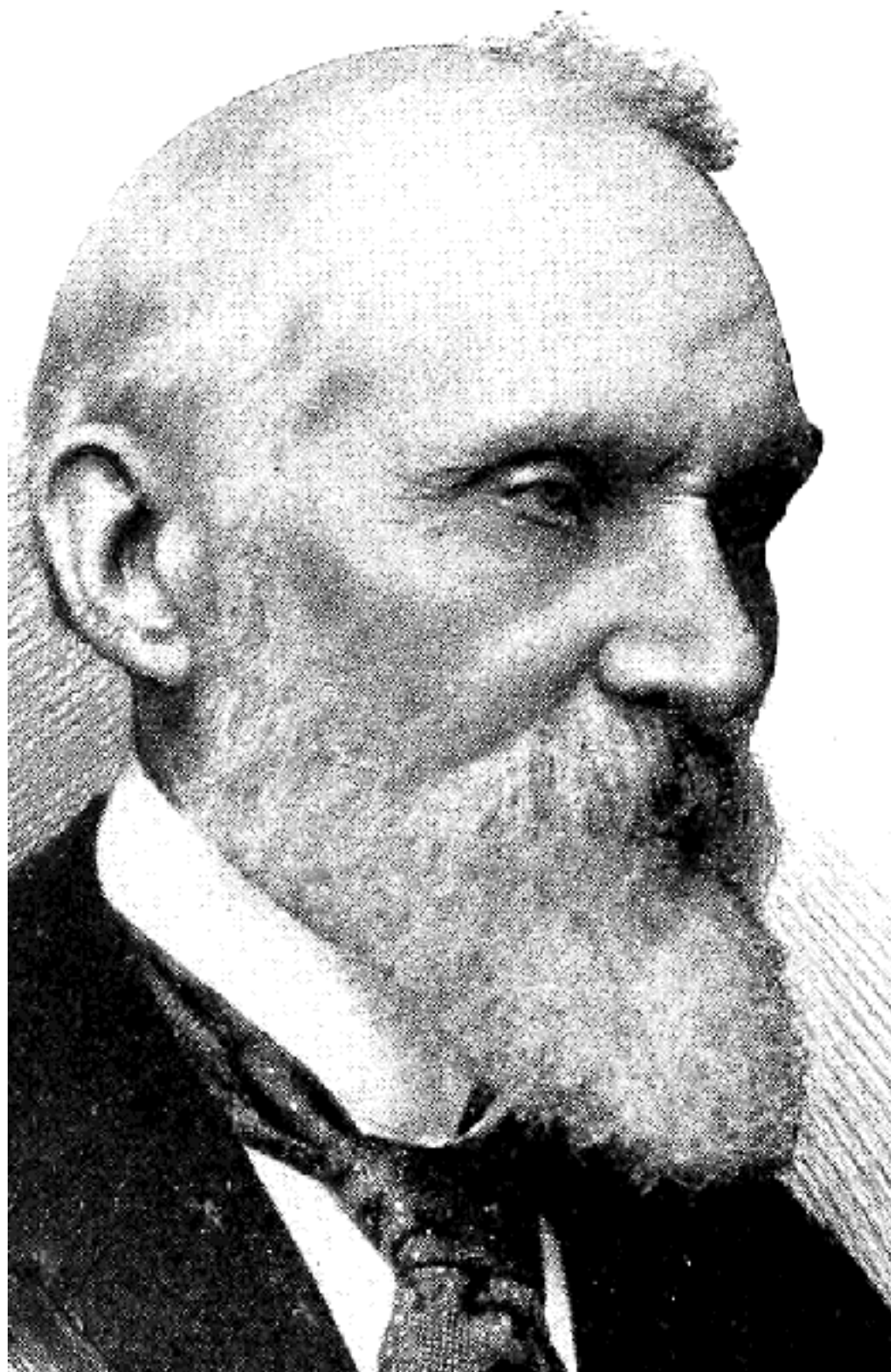
[31] Смотрите "Жизнь Иоганна Мюллера" в "Создателях современной медицины", издательство Фордемского университета, Нью-Йорк, 1906.

[32] Физики-герои науки, Нью-Йорк, Young & Co., 1885.

[33] Физики-герои науки, автор Wm. Гарнетт, магистр, Д. К. Л. Лондонское общество содействия распространению христианских знаний, Нортумберленд-авеню, Чаринг-Кросс, Университет Нью-Йорка, Э. и Дж. Б. Янг.

[34] Жизнь Джеймса Клерка Максвелла, с подборкой из его переписки и случайных работ, а также очерком его вклада в науку. Льюис Кэмпбелл и Уильям Гарнетт. Лондон, 1882.

ГЛАВА XII.
Лорд Кельвин.



Лорд Кельвин

Немногие люди дожили до того, чтобы стать свидетелями стольких замечательных открытий в науке и стольких применений их на благо человечества, как человек, чье имя стоит в начале этой главы. Когда Уильям Томсон, будущий лорд Кельвин, впервые увидел дневной свет, вольтовая батарея находилась в зачаточном и неэффективном состоянии. Это правда, что вода была разложена током из кучи в 1800 году,^[35] что магнитный эффект тока был обнаружен в 1820 году, и в том же году была предложена возможность практической формы электрического телеграфа; но закон Ома все еще оставался одним из секретов природы, электромагнитная индукция не была открыта, а доктрина энергии плохо понималась. Свет, электричество и магнетизм рассматривались как отдельные силы, а тепло считалось материальной субстанцией, которой было присвоено название калорической. Какими были Янг, Френель и Ампер в первые годы девятнадцатого века; какими были Фарадей, Рено и Джозеф Генри некоторое время спустя, Кельвин стал в пятидесятые годы лидером интеллектуальной и научной жизни того времени, лидером, которому суждено было расширить границы знаний, создать точную систему электрических измерений и обогатить мир инструментами изумительной изобретательности и точности.

Уильям Томсон, родившийся в Белфасте в 1824 году, получил начальное образование в Королевском академическом институте этого города. Когда ему исполнилось восемь лет, он покинул свою родину, променяв берега Антрима на берега Клайда. Его отец, Джеймс Томсон, известный математик, получив назначение на кафедру математики в Университете Глазго (основан в 1451 году), в начале лета 1832 года отправился в коммерческую столицу Шотландии в сопровождении двух своих сыновей Уильяма и Джеймса, обоим из которых было суждено придать блеск фамилии.

После периода подготовительного обучения два брата, которым было десять и одиннадцать лет соответственно, поступили в университет. С железными правилами, регулирующими прием в американские колледжи и университеты, этих мальчиков в лучшем случае приняли бы в одну из наших средних школ и держали бы там до тех пор, пока они не достигли бы зрелости, требуемой возрастным цензом. К тому времени, когда юный Уильям достиг этого предела, он уже закончил свою работу в университете и получил первые премии по математике, астрономии и натурфилософии. Ему было тогда всего шестнадцать лет, он был небольшого роста, но обладал гигантским интеллектом; блестящий, разносторонний и со страстью к работе. Ему также посчастливилось попасть под влияние великого учителя в лице профессора. Никол. "Я должен поблагодарить за то, что услышал на уроке натурфилософии, - сказал он в 1903 году, - за все, что я сделал в связи с подводными кабелями. Знакомство с Фурье положило мне начало в теории передачи сигналов по подводным кабелям, которая заняла большую часть моей последующей жизни. Вдохновляющий характер личности доктора Никола и его яркий энтузиазм все еще живы в моем воображении о тех давних днях".

Услышав однажды, как о трактате Фурье по математической теории теплоты говорили как о замечательной и вдохновляющей работе, молодой Томсон поразил профессора, когда в конце лекции обратился к доктору Никол с вопросом: "Как вы думаете, я мог бы это прочитать?" На что профессор с улыбкой ответил: "Ну, математическая часть очень сложная". Многие студенты на время оставили бы Фурье в покое, выслушав заявление, столь мало рассчитанное на то, чтобы пробудить смелость или интерес; но Томсон не был обычным студентом; и, каким бы неприятным ни был ответ, который он получил, он все равно был полон решимости взяться за книгу и искать в ней вдохновения. Без промедления он взял книгу в университетской библиотеке

и пришел в такой восторг от новых идей французского математика о синусоидальных разложениях и косинусоидальных разложениях, что за две недели "перевернул все страницы" книги, как он скромно выразился.

Летом 1840 года он сопровождал своего отца и брата в турне по Германии, отчасти для того, чтобы увидеть страну, а отчасти также для того, чтобы приобрести практические знания языка. В обоих этих предметах ему несколько мешала его любовь к математическим исследованиям, что побудило его включить в свой список препятствий для поездки копию "*Аналитической теории Шалера*" Фурье. Большинство студентов, отправившихся на летние каникулы, особенно за границу, несомненно, предпочли бы дать своим умам отдых и отвлечься на что-нибудь приятное, а не продолжать читать и размышлять над абстрактными математическими концепциями. С другой стороны, наш юный турист, похоже, не думал ни о чем другом, кроме "математической поэмы" Фурье, как назвал это произведение клерк Максвелл, "поэмы", которая сохраняла для него очарование на протяжении всей жизни. Примечательно, что Томсон постоянно возвращался к идеям и методам этого наводящего на размышления трактата о тепловом потоке и что он с большим успехом применял их к проблемам теплопроводности, электричества и подводной телеграфии.

Вскоре после возвращения домой Томсона отправили в Кембриджский университет, где он поступил в колледж Святого Петра, обычно называемый Питерхаус, один из старейших колледжей университета, его основание датируется 1284 годом. Хотя он, без сомнения, в общих чертах следовал указаниям, данным ему Уильямом Хопкинсом, "лучшим из частных наставников", и учитывал требования экзамена с отличием, называемого "Математический Tripos", на который он намеревался явиться в конце своего курса, он находил свои занятия несколько рутинными и не вдохновляющими. Оригинальная работа была ему больше по вкусу, чем обычные предметы; его наставник, однако, думал главным образом о том, чтобы поставить этого блестящего ученика во главе "рэнглерс" и провозгласить его лучшим рэнглером года, для чего необходимо следовать проторенной дорожке, читать стандартные работы, решать любимые задачи, находить короткие пути и проявлять быстроту результатов. Стоукс из Пембрука был старшим рэнглером в 1841 году; Кейли из Тринити в 1842 году; и Адамс из John's в 1843 году; почему не Томсон из Питерхауса в 1845 году, рассуждал Хопкинс, который отличился тем, что был вторым рэнглером предыдущего года?

Но когда испытание закончилось и работы всех кандидатов были оценены, имя Томсона оказалось вторым в списке, а Паркинсон из John's - на первом месте. Хопкинс был разочарован, на что имел полное право, поскольку многие считали, а некоторые и говорили, что Паркинсон не годится для заточки карандашей Томсона. На экзамене на получение премии Смита, который немедленно последовал и который обычно рассматривался как более высокая честь и лучшая проверка первоначальных способностей, порядок был изменен, и звезда Томсона вспыхнула с блеском первой величины.

Здесь мы имеем поучительный пример того, как на экзамене не удалось правильно определить наиболее одаренного человека; экзамены Сильвестра в 1837 году и клерка Максвелла в 1854 году, оба из которых были вторыми спорщиками, в равной степени таковы. Экзамены, однако, редко проваливаются при справедливой оценке кандидатов, когда оригинальность не является необходимой квалификацией, а только глубокими знаниями и свободной интерпретацией предметов, изложенных в программе; хорошая память и быстрота письма сделают остальное.

Томсон совершил роковую ошибку при проведении исследования *tripos*, посвятив слишком много времени конкретному вопросу, который его глубоко интересовал. Любопытным совпадением было то, что решение, которое Паркинсон прислал на тот же вопрос, было почти идентичным решению его соперника по математическим специальностям. Отвечая на вопрос Модераторов по этому поводу, Паркинсон сказал, что некоторое время назад он прочитал решение в *Cambridge Mathematical Journal*; объяснение Томсона состояло в том, что решение, приведенное в Журнале, принадлежит ему! Поскольку он не запомнил деталей, ему, конечно, пришлось решать проблему *de novo*.

Позже Паркинсон написал трактат по элементарной механике, который уже давно уступил место другим; Томсон, с другой стороны, опубликовал в сотрудничестве с Тейтом *Трактат по естественной философии* для продвинутых студентов, который сразу же стал общепринятым стандартом. На протяжении всего этого трактата подчеркивается точка зрения, что физика имеет дело больше с реальностями, чем с теориями, с взаимными отношениями больше, чем с их математическим выражением. Гельмгольц был настолько высокого мнения об этой работе, что перевел ее на немецкий, сказав в своем предисловии: "Уильям Томсон, один из самых проникательных и изобретательных мыслителей, заслуживает благодарности научного мира за то, что он вводит нас в мастерскую своих мыслей и распутывает путеводные нити, которые помогли ему освоить и привести в порядок самый сопротивляющийся и запутанный материал". И еще: "Следуя примеру, данному Фарадеем, он избегает, насколько это возможно, гипотез о неизвестных предметах и пытается выразить с помощью своей математической трактовки проблем просто закон наблюдаемых явлений".

Мы не должны думать о старшекурснике Томсоне как о человеке, который отдавался своим любимым занятиям душой и телом; он знал, как в какой-то мере сочетать *танец с пользой*, поскольку он любил музыку и был настолько искусен в этом искусстве, что был избран президентом Музыкального общества. Он также проявлял практический интерес к водным видам спорта и на Камере мог тренироваться на веслах с лучшими из мужчин. Действительно, он всю жизнь любил воду, его *Лалла Рукх* была хорошо известна на Клайде и в Соленте. Опытный в управлении своей яхтой, он любил бывать на глубине, обласканный ветром и разбитый волной, и в таких случаях обычно изучал с карандашом в руке проблемы, связанные с навигацией и гидродинамикой.

Томсон никогда не расставался со своей записной книжкой. Даже во время его поездок в Лондон, когда он обычно ездил ночным поездом, чтобы сэкономить время, его ум был активен, и зеленая книга часто требовалась для получения мыслей, которые возникали в связи с проблемами, привлекавшими его внимание. В отличие от многих смертных, он мог крепко спать во время этих ночных поездок, хотя в первые дни у него не было ни одной из тех удобств путешествия, которые мы считаем необходимыми для нашего комфорта.

Гельмгольц пишет, что, будучи однажды на "*Лалле Рукх*", Томсон "зашел так далеко в общении, что всегда носил с собой тетрадь по математике; и как только ему в голову приходила идея, он начинал считать прямо в компании". Это напоминает нам ответ, который Ньютон дал другу, который спросил его, как он так многого достиг. "Постоянно думая об этом", - был краткий ответ. Концентрация способностей необходима для любой хорошей работы; рассеянный ум никогда не достигнет ничего ценного в философии, в науке, в религиозном богослужении. Концентрация

подобна выпуклой линзе, которая фокусирует лучи; тогда как отвлечение подобно вогнутой линзе, которая разбивает их на ряд расходящихся и рассеянных элементов.

Покинув Кембридж в 1845 году, Томсон отправился в Лондон и был тепло принят Фарадеем, имевшим в то время всемирную известность. Затем он отправился в Париж, где в лаборатории Реньо посвятил себя оригинальным исследованиям под руководством этого великого и точного физика, который в то время выполнял свою классическую работу о тепловых постоянных тел.

1846 год знаменует собой эпоху в жизни Томсона; ибо в тот год он был избран преемником Никола, своего друга и учителя, на кафедре естественной философии в Университете Глазго. Хотя ему было всего двадцать два года, он выбрал темой своей инаугурационной речи возраст земли - тему, которая продолжала интересовать его на протяжении всей жизни из-за ее очарования и, возможно, также из-за оппозиции, которую его взгляды вызывали у биологов и геологов. Им потребовались неисчислимы зоны, чтобы первоначальный огненный туман остыл и образовал вращающийся шар, пригодный для обитания органической жизни, в то время как Томсон пытался показать слабость аргументов, которые они выдвигали, чтобы отстаивать свое утверждение в течение неограниченного времени. Основываясь на своей оценке скорости повышения температуры по мере погружения под земную поверхность, он пришел к выводу, что земле потребовалось от 100 до 200 миллионов лет, а возможно, и меньше, чтобы остыть из расплавленного состояния до нынешнего.

Впечатленный ценностью экспериментальной работы, которую он провел под руководством Реньо в Париже, проф. Томсон не давал себе покоя до тех пор, пока не нашел место, в котором демонстрации в лекционном зале могли быть дополнены качественной и количественной работой в лаборатории. Это была первая "физическая лаборатория", открытая для студентов в Великобритании, и этот факт делает 1846 год незабываемым в истории развития университета. Для экспериментальных целей ему выделили две квартиры, а именно, заброшенный винный погреб и заброшенную смотровую, к которым со временем пристроили коридор, несколько запасных чердаков и даже саму университетскую башню, настолько велика была сила аннексии, которой обладал молодой профессор. В этих темных и унылых комнатах было установлено несколько старых инструментов, после чего были приглашены студенты и началась работа. Группа людей, чей пыл был подогрет пылающим энтузиазмом председательствующего гения, собралась вокруг него и помогла ему провести исследования свойств металлов, модулей упругости, упругой усталости и атмосферного электричества. Среди этой группы усердных студентов достаточно упомянуть имена покойного профессора. Айртон, выдающийся электрик; проф. Джон Перри, известный своими гомеровскими битвами за реформу преподавания математики; сэр Уильям Рамзи, первооткрыватель "новых" газов атмосферы; и проф. Эндрю Грей, сменивший своего магистра в Университете Глазго.

Описывая свои лабораторные опыты, проф. Рамзи говорит: "Я помню, что моим первым упражнением, которое заняло больше недели, было удаление перегибов из пучка медной проволоки. Добившись этого с некоторым успехом, меня поместили напротив квадрантного электрометра и заставили изучать его конструкцию и использование". "Хотя этот метод, - добавляет он, - не лишен недостатков, поскольку систематическое обучение имеет большую ценность, в его пользу можно кое-что сказать. С одной стороны, слишком длительный курс экспериментов по старым и хорошо известным направлениям, вероятно, внушит молодому студенту идею о том, что вся физика заключается в обучении использованию аппаратуры и

повторении измерений, которые уже были сделаны. С другой стороны, слишком ранние попытки исследовать неизвестное, вероятно, окажутся бесплодными из-за отсутствия навыков манипулирования и из-за отсутствия знаний о том, что уже было сделано".

Профессор. Грей писал: "В физической лаборатории профессор. Томсон был одновременно вдохновляющим и отвлекающим. Он постоянно думал о новых вещах, которые нужно было опробовать, и прерывал ход работы с помощью интерполированных экспериментов, которые часто лишали предыдущую последовательность операций их конечного результата".

Возможно, учителям, которые сталкиваются с неприятными элементами при исполнении своих обязанностей, принесет некоторое утешение тот факт, что Томсон, каким бы великим и блестящим он ни был, время от времени сталкивался с подобным опытом. В какой-то момент книгу с математическими данными убрали с отведенного ей места, после чего он отдавал приказ прикрепить ее цепью к столу; в другой раз рядом с классной доской не было мела, и тогда ассистенту торжественно приказывали иметь в наличии сто фигурок в следующий раз. Однажды он совершенно по-новому разрешил дело студента, который настаивал на том, чтобы мешать классу, водя ногой взад-вперед по полу. Подозвав своего помощника, Томсон шепотом велел ему спуститься в комнату под ярусами кресел, внимательно прислушаться и определить местонахождение блуждающей ноги по расстоянию от двух соседних стен здания. Вернувшись в аудиторию, торжествующий ассистент сообщил профессору желаемые координаты, который сразу же достал свою ленту и отмерил расстояния, на которых математически можно было определить местонахождение обманутого преступника. Повинуясь приказу, последний встал и вышел из комнаты, пробормотав на ходу несколько изящных эпитетов в честь Декарта, основателя геометрической системы, которая могла бы так хорошо послужить двоякой цели детектива и математика.

В Глазго было принято начинать ежедневные занятия, утренние и послеобеденные, молитвой, выбор которой оставлялся на усмотрение профессора. Томсон обычно читал по памяти третий отрывок из утренней службы Англиканской церкви, к которому иногда добавлял собственные размышления для духовного блага своих слушателей.

В своем преподавании проф. Томсон особенно настаивал на том, чтобы его ученики не склоняли свой интеллект в немом восхищении перед множеством математических символов; но чтобы они во всех случаях искали физический смысл, стоящий за ними. Однажды, записывая на своей классной доске x / dt , он не был удовлетворен, когда ему сказали, что это представляет собой отношение приращения x к приращению независимой переменной t (времени); он хотел, чтобы ученик сказал, что это представляет скорость. Сам он так привык искать физическое значение символов, что, подобно пророкам древности, видел многое, что было скрыто от глаз обычных смертных.

Он обладал редким даром переводить математические уравнения в реальные факты; и на протяжении всей своей жизни он стремился устно и письменно очистить математическую теорию от простых предположений. Он часто говорил, что не сможет ничего понять, пока не сможет создать или, по крайней мере, представить себе модель этого.

У него было "острое математическое чутье", как выразился профессор. Сильванус П. Томсон в письме автору, понимание, которое "выросло, чтобы видеть вещи". Он часто на годы оставлял дела в неведении, а затем возвращался, чтобы увидеть их в ясном свете истины. В шестнадцать

лет он написал математическое эссе о форме земли, а в восемьдесят три снова взялся за него, чтобы дополнить аргумент!

Томсон был дискурсивен в своих лекциях и никогда не мог свести суть дела к тому, чтобы удовлетворить вкусы и пищеварительные способности обычного студента. Активность его ума и его плодовитость были таковы, что постоянно возникали новые идеи, новые проблемы, новые способы лечения, причем с таким увлечением, что он уходил от основной темы, чтобы предаться тому, что часто оказывалось длительными отступлениями. Одной из его ошибок была наша система мер и весов, которую он время от времени осуждал как "безумную", "истощающую мозги" и "опасную". Время от времени эпитеты более калорийного характера срывались с уст возмущенного профессора, которому в результате его доноса всегда приходилось быть снисходительным к студентам, которые сомневались в весе Трои, весе авоирдупа или даже весе аптекаря.

В последующие годы я слушал лорда Кельвина в Королевском институте в Лондоне по некоторым из его любимых динамических тем, таким как гиростат, вихревые кольца и тому подобное. Какое бы впечатление ни произвели на меня его острый глаз, интеллектуальный склад ума, его мастерство владения предметом и богатство иллюстраций, я был не менее впечатлен его живостью, его энтузиазмом и быстротой, с которой он мог прервать ход мыслей и вернуться к нему снова.

На собраниях Британской ассоциации у него всегда было что сказать поучительного; но нередко, увлеченный потоком идей, он вдавался в излишние подробности, забывая, что нужно выслушать других ораторов и прочесть другие доклады.

Идея соединить Старый Свет с Новым с помощью электрического кабеля, проложенного по дну океана, казалась большинству людей пятидесятых годов донкихотской и утопической. Производители говорили, что такой кабель не может быть изготовлен; инженеры - что его нельзя проложить; электрики - что с ним нельзя работать; а финансисты - что, если его проложить и запустить, он никогда не окупится. Но с Филдом, который заботился о финансовых интересах схемы, и Томсоном, который следил за количеством электроэнергии, не было никаких ветряных мельниц, и утопическая схема в свое время стала кабелем, сердцевина которого пульсировала новостями мира.

Еще в 1850 году епископ Маллок из Сент-Джонса, штат Нью-Йорк, направил в американскую газету под названием "Курьер" письмо, в котором он выступал за проведение телеграфной линии от Ньюфаундленда до Нью-Йорка, чтобы новости о почтовых пароходах можно было перехватывать и передавать по телеграфу в этот город. В 1852 году с целью осуществления аналогичного плана была образована "Ньюфаундлендская электрическая телеграфная компания". Это должно было быть достигнуто с помощью телеграфной линии от мыса Рейс на восточной оконечности Ньюфаундленда до мыса Рей на западной, а также по коротким кабелям до острова Кейп-Бретон, острова принца Эдуарда и материка, а оттуда по обычным телеграфным линиям до Канады и Соединенных Штатов. Но из-за нехватки денег ничего сделано не было.

Первая попытка прокладки кабеля под Атлантикой была предпринята Атлантической телеграфной компанией в 1857 году, после того как тщательное обследование океана выявило существование подводной равнины, или протяженного плато, на котором кабель мог покоиться,

не потревоженный проходящими киями, чудовищами глубин или яростными волнами. Результатом стал первый из серии отказов, которые вызвали большое недоумение и депрессию в то время; поскольку после того, как было пройдено 330 миль от Валентии на ирландском побережье, кабель внезапно оборвался, погрузив в 2000 морских саженей электрический проводник, изготовление которого обошлось в 150 000 долларов.

Вторая попытка была предпринята в 1858 году, когда американские фрегаты *Niagara* и H. M.S. *Agamemnon*, каждый из которых нес по половине троса, встретились посреди океана; и, соединив два конца вместе, разошлись в противоположных направлениях: *Niagara* к Ньюфаундленду, а *Agamemnon* к Валентии. К счастью для "энтерпрайза", профессор. Томсон находился на борту английского корабля в качестве главного электрика. Без сомнения, в те тревожные дни его мысли много раз обращались к дифференциальному уравнению Фурье для теплового потока по проводнику и его собственному применению к проведению электрического тока через медную жилу кабеля, когда он поднимался из резервуаров, тянулся за кораблем, бесшумно погружался в голубую воду и медленно оседал на дно океана, покрытое илом.

После ряда обескураживающих неудач, потребовавших такого же количества возвращений кораблей на место встречи посреди океана, "*Агамемнон*" благополучно причалил к берегу в Валентии; а "*Ниагара*", после многодневной качки в бушующем море, утром 5 августа 1858 года причалила к заливу Тринити утром 5 августа 1858 года, в этот исторический день телеграфный союз двух миров был окончательно заключен и совершен великий подвиг века.

Хотя в то время капиталисты, финансировавшие его план, инженеры и электрики, осуществлявшие его, или даже государственные деятели, экономисты и социальные реформаторы не осознавали этого в полной мере, тонкому медному шнуру, скрытому от человеческого взора среди обломков мельчайших организмов, было суждено произвести революцию в делах человеческих, более масштабную, чем любая, достигнутая мудростью мудрецов или политикой законодателей.

Из-за электростатической емкости кабеля передача сигналов была бы сложной и неудовлетворительной, если бы не находчивость профессора. Томсон, который изобрел свой отражающий гальванометр, служащий приемным прибором. Принцип зеркала, примененный таким образом, не был новым, поскольку он был предложен Поггендорфом и даже использован Гауссом в связи с очень тяжелыми магнитами. Магниты, используемые Thomson, с другой стороны, представляли собой полоски часовой пружины весом около грана каждый, так что даже очень слабого тока, проходящего по кабелю, было бы достаточно, чтобы вызвать сильное смещение светового пятна на шкале. Очевидно, что Томсон был первым, кто настаивал на малых размерах магнитных приборов и показал, что уменьшение размеров будет сопровождаться соответствующим повышением чувствительности.

Зеркальный гальванометр, окруженный толстым железным корпусом для защиты от магнитного поля из-за железа корабля, "железный гальванометр", как его называли, был впервые использован в телеграфной экспедиции 1858 года.

Сам прибор, который был установлен на борту "*Ниагары*" и с которым было связано так много захватывающих эпизодов, был передан профессором Дж. Томсона в коллекции исторического аппарата в Университете Глазго, где он находится по сей день.

Каким бы прекрасным ни было изобретение зеркального гальванометра, оно не предупреждало ни о начале сообщения, ни о его постоянной записи. Сидя в своей темной комнате, оператор должен был всегда быть начеку при первом колебании светового пятна над шкалой. Чтобы устранить эти недостатки, Томсон, после некоторых размышлений и продолжительных бесед со своим другом Уайтом из Глазго, наконец запатентовал *сифонный регистратор*, в котором стеклянный сифон капиллярных размеров вытягивается вправо или влево под действием тока, протекающего через легкую подвижную катушку, и, таким образом, регистрирует сигналы чернилами на вертикальной полоске бумаги, которая приводится в равномерное движение цепочкой часовых механизмов. Именно с помощью этого простого, но очень хитроумного прибора сегодня принимаются и записываются сообщения на всех кабельных станциях мира.

Вступительное послание по телеграмме пришло от директоров Atlantic Telegraph Company в Великобритании директорам в Америке, в нем говорилось: "Европа и Америка объединены телеграфом; слава в вышних Богу, на земле мир и добрая воля к людям".

Передача послания королевы Виктории президенту Бьюкенену, состоящего из 95 слов, заняла 67 минут; оно гласило:

"Королева желает поздравить Президента с успешным завершением этой великой международной работы, в которой королева проявляла глубочайший интерес.

Королева убеждена, что президент присоединится к ней в горячей надежде, что электрический кабель, который сейчас соединяет Великобританию с Соединенными Штатами, станет дополнительным связующим звеном между народами, дружба которых основана на их общих интересах и взаимном уважении.

"Королева с большим удовольствием общается таким образом с президентом и повторяет ему свои пожелания процветания Соединенных Штатов".

Ответ президента Бьюкенена был следующим:

"Президент сердечно отвечает взаимностью на поздравления Ее Величества Королевы с успехом великого международного предприятия, осуществленного наукой, мастерством и неукротимой энергией двух стран. Это триумф более славный, потому что гораздо более полезный для человечества, чем когда-либо одержанный победителем на поле битвы.

"Пусть Atlantic telegraph, с благословения Небес, окажется узами вечного мира и дружбы между родственными нациями и инструментом, предназначенным Божественным Провидением для распространения религии, цивилизации, свободы и закона по всему миру. С этой точки зрения, не объединятся ли все нации христианского мира спонтанно в заявлении о том, что оно будет вечно нейтральным и что его сообщения будут почитаться священными при прохождении к местам назначения даже в разгар военных действий?"

Историком предприятия был мистер Джон Муллали из Нью-Йорка, который был на *Huagare* в качестве секретаря профессора . Морзе, а впоследствии мистеру Сайрусу У. Филду и корреспонденту *New York Herald*. Он опубликовал три интересных работы на эту тему: "*Путешествие на Ньюфаундленд*" с отчетом о прокладке подводного кабеля (между Порт-о-Баскомь и Северным Сиднеем), 1855; "*Океанский телеграф*", 1858; и "*Первый атлантический телеграфный кабель*", брошюра на 28 страницах, перепечатанная из "Журнала Института

Франклина", 1907. Из него мы узнаем, что архиепископ Хьюз был одним из основных американских подписчиков капитала Atlantic Cable Company.

Когда в 1855 году вопрос о прокладке кабеля под Атлантическим океаном начал серьезно рассматриваться, Томсон, которому тогда было всего 31 год, в серии блестящих статей обсудил теорию передачи сигналов по таким проводникам, показав, *среди прочего*, что приборы, используемые на наземных линиях связи, не будут работать на кабелях, а также что по кабелям невозможно достичь такой же скорости передачи, как по обычным телеграфным линиям. В то же время было показано, что эти различия обусловлены тем фактом, что, в отличие от воздушной линии, кабель представляет собой электрический *конденсатор*, в котором медный сердечник отделен от вод океана слоем гуттаперчи, непроводящего материала. Следовательно, поскольку подводный кабель представляет собой длинную лейденскую банку большой электрической емкости, из этого следует, что сигнал, посланный с американского конца, не достигнет другого мгновенно; поскольку, пока ток течет по проводнику, он также должен заряжать кабель по мере продвижения, что приводит к замедлению сигналов, а также лишает их четкости, с которой они были отправлены. Это явление аналогично распространению тепла вдоль стержня, при этом температура различных поперечных сечений постепенно повышается до тех пор, пока не будет достигнут дальний конец. Математические исследования Томсона показали необходимость медленной работы и использования слабых токов, а также очень тонких приемных приборов. Интервал времени, необходимый для передачи сигнала с Ньюфаундленда на Валентию, составляет около одной секунды.

Несколько лет спустя, в 1858 году, Томсону представилась возможность проверить свои теоретические взгляды экспериментальным путем в большом коммерческом масштабе, и он с удовлетворением обнаружил, что все его выводы подтвердились. Электрики раннего периода не доверяли неопытному молодому человеку, который никогда не протягивал и мили телеграфной линии и даже не прослужил месяц на телеграфе; но за их недоверием последовало восхищение, когда они увидели, как эффективно он справлялся с каждой проблемой и с каждой трудностью, возникавшей при прокладке кабеля в 1858 году. Было общепризнано, что, если бы не блестящая работа молодого профессора из Глазго, прошло бы много лет, прежде чем Старый Свет и Новый были бы введены в телеграфную связь.

Как и все, кто интересовался предприятием, Томсон был сильно потрясен, когда до него дошла весть о том, что сигналы больше не могут передаваться по кабелю, который, потратив столько денег, столько мыслей и труда, теперь лежал бесполезным на глубине двух с половиной миль. Предпринимались попытки поднять его, но безуспешно.

За короткий срок службы, менее месяца, по кабелю было передано 366 сообщений, состоящих из 4359 слов из 21 421 буквы.

Выход из строя кабеля *pioneer* объяснялся целым рядом причин, главными из которых были дефектная конструкция и несовершенное распределительное оборудование, что приводило к неравномерным деформациям кабеля. Поскольку кабель был неисправен в момент погружения, различные проблемы со временем усиливались, пока, наконец, не спровоцированный слабостью сигналов, неразумный электрик из Валенсии не прибегнул к огромной проникающей способности индукционной катушки и не нанес умирающему кабелю *решающий удар*.

Эксперимент, проведенный мистером Латимером Кларком, не только имеет отношение к предмету, но и представляет очень большой интерес. В письме из Валентии 12 сентября 1866 года м-р Латимер Кларк пишет: "С помощью единственного гальванического элемента, состоящего из нескольких капель кислоты *всеребряном наперстке*^[36] и кусочка цинка весом в гран или две, разговор может легко, хотя и медленно, вестись по одному из кабелей (1865, 1866) или по двум другим. соединенные вместе на Ньюфаундленде; и хотя в последнем случае искра, дважды пересекая Атлантический океан, должна пройти по кабелю длиной 3700 миль, ее воздействие на приемном конце видно в гальванометре чуть более чем через секунду после контакта с батареей. Отклонения не носят сомнительного характера, они полные и протяженные, пятно света свободно пересекает пространство в 12 или 13 дюймов по шкале; и очевидно, что батареи во много раз меньшего размера было бы достаточно для получения аналогичных эффектов".

Не желая отставать от английского электрика, мистер Уильям Дикерсон изобрел ячейку с капсюлем, которую он успешно использовал в 1866 году для передачи сигналов из Хартс-Контент, Ньюфаундленд, в Валентию на ирландском побережье.

Был раздобыт кусок оголенной медной проволоки № 16, один конец которой был туго обмотан вокруг головки пустого *капсюля-ударника*. К одному концу другого провода такой же длины тонкой медной проволокой была привязана короткая полоска цинка, согнутая под прямым углом, образуя анодный элемент миниатюрного элемента. После зарядки элемента каплей подкисленной воды размером с обычную хорошо сформированную слезу и надлежащего подключения клемм к заземлению и кабелю сигналы передавались по кабелю с помощью бесконечно малого тока, генерируемого этим новым элементом. Принимающий оператор сообщил, что сигналы были "ужасно маленькими"; но они были разборчивы, и сообщения были успешно переданы под водой этим крошечным элементом.

Сравните с этой лилипутской ячейкой огромную мощность, которая использовалась в кабеле 1858 года к концу его короткого существования, когда для передачи сигналов использовались батареи из 380 и 420 элементов Даниэлла.

Когда в 1865 году было решено предпринять еще одну попытку прокладки кабеля под Атлантикой, проф. Томсон, чья репутация укрепилась за прошедшие семь лет благодаря ряду сообщений по теории и практике подводной телеграфии, был снова оставлен в качестве научного эксперта в консультативном смысле, а мистер Кромвель Ф. Варли был назначен главным электриком. В соответствии с накопленным дорогостоящим опытом на борту *Great Eastern*,^[37] *leviathan*, который был хорошо приспособлен для работы благодаря огромной маневренной мощности, обеспечиваемой его винтом и лопастями в сочетании. Покинув Валенсию, большой корабль медленно повернул нос на запад, чтобы дать тросу время погрузиться под волны и приспособиться к конфигурации океанского дна. Тысяча сто миль были успешно пройдены, когда, ко всеобщему ужасу, трос внезапно оборвался и исчез на глубине более двух миль. В течение следующих девяти дней предпринимались попытки извлечь его из этих бездонных глубин; и, хотя за эти часы испытаний его много раз пытались схватить, он каждый раз уступал под напряжением, которому подвергался. Как и его предшественники 1857 и 1858 годов, кабель 1865 года был окончательно брошен на произвол судьбы, и "*Грейт Истерн*" вернулся домой с тремя сильно разочарованными людьми на борту, а именно, профессором. Томсон, мистер К. Ф. Варли и капитан (позже сэр Джеймс) Андерсон.

В следующем году директорам "Телеграфной строительной компании" была предложена сумма в три четверти миллиона фунтов стерлингов, почти 4 000 000 долларов, если они завершат строительство кабеля 1865 года и проложат новый. После консультаций и тщательного рассмотрения предложение было принято, и кабель сконструирован в соответствии с лучшими имеющимися инженерными знаниями.

В 1866 году проф. Томсон снова был на борту "*Грейт Истерн*" с капитаном Андерсоном; и на этот раз большой корабль аккуратно уложил в своих глубоких, похожих на пещеры резервуарах *the* кабель, которому было суждено установить постоянную телеграфную связь между Европой и Америкой. Благодаря хорошо изготовленному кабелю, усовершенствованному распределительному оборудованию и опытному штату инженеров-механиков, не говоря уже о передовых электриках того времени, погружение кабеля было успешно произведено, после чего был поднят американский конец кабеля 1865 года выпуска, прикреплен новый отрезок, и береговой конец благополучно приземлился в заливе Тринити. Таким образом, Европа и Америка были объединены двумя электрическими узами.

Здесь можно упомянуть, что океанские кабели обычно изготавливаются из трех секций, называемых соответственно береговой, промежуточной и глубоководной. Ясно, что погруженный проводник нуждается в наибольшей защите на мелководье, окружающем побережье, где он лежит на галечном или каменистом дне, подверженный дрейфующему действию течений и приливов, а также зацепам якорей судов, выброшенных штормом. С другой стороны, на большой глубине нет ни покрытого галькой дна, ни сильного движения, способного сместить и истереть трос; ибо на глубоких глубинах, где бог трезубца вершит свой суд, все тихо и мирно; и поэтому небольшое количество покрытий и легкая броня обеспечивают достаточную защиту. Износ в океанских глубинах является ничтожно малой величиной по сравнению с абразивным воздействием вблизи береговых линий. Если посмотреть на участки океанского кабеля, то самым большим и тяжелым является береговой конец, в то время как самым тонким и легким является тот, который уходит в морские глубины. Длина различных участков определяется путем обследования трассы, которое всегда тщательно проводится перед заполнением спецификации кабеля. Более того, поскольку положение канатного судна в полдень каждого дня известно по его долготе и широте, отсюда следует, что расположение каната на дне океана также точно известно. Когда кабель обрывается либо в результате подъема, либо из-за оседания дна океана, расстояние разрыва от берегового конца определяется с помощью электрического испытания, после которого к месту направляется ремонтное судно, после чего кабель поднимают, "неисправность" устраняют, накладывают новую длину и позволяют исправленному кабелю опуститься в водные глубины.

В настоящее время (июль 1909 г.) в Северной Атлантике ведется шестнадцать телеграфных сообщений со средней скоростью 20 слов в минуту, или 40 слов в минуту, считая в обоих направлениях.

Этот текст телеграммы представляет собой столь же яркую иллюстрацию *триумфа неудачи*, как и любой другой в истории человеческого предприятия. Это была победа разума над материей, характера и тактичности, энергии и выносливости над трудностями любого рода, моральными и финансовыми, механическими и метеорологическими. Четыре экспедиции 1857, 1858, 1865 и 1866 годов представляют собой годы напряженной работы, тревог и огорчительных неудач; но, поддерживаемые терпением надежды и непоколебимой уверенностью в надежности

предприятия, а также в способностях своего персонала, директора Атлантической компании были хорошо вознаграждены за причиненное разочарование и понесенные денежные потери. "Это была долгая борьба, - сказал первый организатор предприятия, мистер Сайрус В. Филд, выступая на банкете, данном в его честь 15 ноября 1866 года в отеле "Метрополитен", Нью-Йорк, - долгая борьба, длившаяся почти тринадцать лет тревожного наблюдения и неустанного труда. Часто мое сердце было готово упасть. Много раз, бродя по лесам Ньюфаундленда под проливным дождем или по палубам кораблей темными штормовыми ночами, я почти обвинял себя в безумии пожертвовать покоем своей семьи ради того, что могло оказаться всего лишь мечтой. Я видел, как мои товарищи один за другим падали рядом со мной, и я боялся, что тоже могу не дожить до конца. И все же одна надежда вела меня вперед; я молился, чтобы не вкусить смерти до тех пор, пока работа не будет завершена. Эта молитва была услышана; и теперь, превыше всякого признания людей, находится чувство благодарности Всемогущему Богу".

Именно таких людей, как Филд и Томсон, имел в виду поэт, когда писал:

Мудрые и активные преодолевают трудности
, отваживаясь на них. Лень и безрассудство
Дрожат и съеживаются при виде тяжелого труда,
И делают невозможное, которого они боятся.

Вскоре после своего возвращения домой проф. Томсон был посвящен в рыцари за свои великолепные заслуги при прокладке подводных кабелей, а также удостоен свободы города Глазго.

Если во время путешествия по суше или морю ум сэра Уильяма всегда был активен, его глаза также были открыты и наблюдательны. Во время многочисленных путешествий, которые он предпринимал в интересах кабельных компаний, он, по-видимому, был поражен ненадежностью обычного устройства, используемого для проведения зондирования, состоящего из тяжелого груза, подвешенного на толстом пеньковом шнуре, размотанном с катушки. Из-за массивности шнура движение судна и течения в воде неизбежно отклоняли бы его от вертикали, так что зарегистрированные промеры превышали бы истинную глубину. Чтобы исправить этот дефект, Томсон заменил канат сначала стальной проволокой, а позже тонкой пряжей стальных проволок, на которую скорость судна оказывает незначительное влияние; грузило опускается вертикально со значительной скоростью и с такой же быстротой поднимается с помощью подходящего намоточного оборудования, размещенного на корме судна. Грузило снабжено калибром, состоящим из гусиной трубки, открытой на нижнем конце и закрытой на верхнем. Внутренняя поверхность, покрытая хромом серебра, по обесцвечиванию, вызванному воздействием морской воды, показывает, насколько сильно вода сжала воздух в трубке. Затем глубина считывается путем сравнения с градуированной линейкой. Когда грузило достигает дна, тяжелый груз автоматически отсоединяется, так что проволока практически не натягивается при подъеме с термометром и батареей пробирок, содержащих образцы достигнутых глубин.

В связи с этой звуковой машиной рассказывается история, которая демонстрирует живость и остроумие изобретателя. Однажды, приведя своего друга Джоуля в "Уайтс", он указал на

несколько мотков стальной проволоки, лежащих на полу, сообщив своему английскому другу о известности "механического эквивалента" и в то же время о том, что проволока предназначена для зондирования. На невинный вопрос Джоуля, какая нота это будет звучать, он получил быстрый ответ: "глубокое море"!

Еще один предмет, которому сэр Уильям уделил некоторое внимание после своего пребывания в океане, - это навигационный компас. Его наблюдения привели его к недоверию к длинным, тяжелым иглам, которые в то время широко использовались на борту судов. Помимо трения, возникающего при давлении на ось вращения и неизбежно снижающего чувствительность стрелки, возникло еще одно возражение, связанное с трудностями успешного применения стальных магнитов и масс из мягкого железа для компенсации магнетизма корабля и изменений, вызванных в нем изменением положения в магнитном поле Земли.

В результате профессор. Томсон разработал карту-компас, которая отличается легкостью и чувствительностью. Он состоит из двух наборов магнитов, содержащих по четыре иглы в каждом, расположенных симметрично справа и слева от оси. Четыре иглы, образующие набор, неодинаковой длины, от $3\frac{1}{4}$ до 2 дюймов, причем самая короткая находится снаружи. Такая карта с соответствующими корректорами из стальных магнитов и шариков из мягкого железа значительно повысила безопасность и определенность навигации; и как таковая, она используется сегодня в торговой службе и во флотах большинства стран мира.

Как мы видели, Томсон обладал острым, пикантным умом, присущим его расе. Выступая с лекцией перед членами Бирмингемского и Мидлендского институтов в 1883 году, он изложил себя и свою национальность в очень юмористической форме. Его темой были "Шесть врат знания". Как, вероятно, помнят читатели *"Пути пилигрима"*, старый Баньян сравнивал душу с цитаделью на холме, не имеющей никаких средств связи с внешним миром, кроме живых врат, а именно, врат для глаз, врат для ушей, врат для рта, врат для носа и врат для чувств. Это пять чувств, с помощью которых мы получаем знания об окружающем нас материальном мире. Но проф. Томсон не согласился с Баньяном, Рейдом и метафизиками всех времен, утверждая в этой лекции, что у нас есть шесть путей познания вместо пяти, обосновывая позицию, которую он занял, утверждением, что чувство осязания на самом деле двоякое: одно связано с теплом, а другое - с силой. Однако не похоже, что он произвел какое-либо заметное впечатление на философскую мысль того времени, поскольку психологи продолжали писать с невозмутимой невозмутимостью пяти чувств, а не шести.

Именно по этому случаю проф. Томсон сказал: "Насколько мне известно, единственной переписью органов чувств, когда-либо прежде составлявшей их больше пяти, была подсчет ирландцем семи органов чувств. Я предполагаю, что седьмым чувством ирландца был здравый смысл; и я верю, что обладание этим достоинством моими соотечественниками, *я говорю как ирландец*, я говорю о большом обладании седьмым чувством, которым, как я полагаю, обладают ирландцы, сделает больше для облегчения бед Ирландии, чем устранение "меланхолического океана", который окружает ее берега".

Для успешной эксплуатации кабелей, телеграфных линий и научных исследований всех видов вскоре была признана незаменимой система практических электрических устройств, принятая всеми компаниями и странами мира. Пионером в движении за создание международной системы электрических стандартов был г-н Дж. Латимер Кларк, который при содействии своего выдающегося партнера (сэра) Чарльза Брайта подготовил документ "Формирование стандартов

электрического количества и сопротивления", который был зачитан на Манчестерском собрании Британской ассоциации в 1861 году. Профессор Присутствовал Томсон; и по его просьбе был назначен комитет для доклада по общему вопросу об электрических установках. Это было первое заседание комитета, которому было суждено многого добиться в области электричества и электромагнитных полей; это был первоначальный импульс движения, которое принесло известность всему сообществу английских электриков. Такие единицы измерения, как ом, вольт и фарада, получили немедленное признание, в то время как позже были введены ампер, кулон, ватт и джоуль. Среди членов этого органа, помимо проф. Томсоном были такие способные люди, как клерк Максвелл, Джоуль, лорд Рэлей, сэр Уильям Сименс, Джонстон Стоуни, Бальфур Стюарт и Кэри Фостер.

Таким образом, мир в долгу перед настойчивостью и защитой проф. Томсона за всеобщее признание системы измерений "C.G.S.", которая включает сантиметр (длину), грамм (массу) и секунду (время) в качестве основных единиц, от которых получены все остальные.

Проф. У Томсона есть претензии и в области "беспроводной связи"; ибо еще в 1855 году он изучил природу разряда конденсатора и математически доказал, что при определенных условиях, легко реализуемых на практике, такие разряды имеют колебательный характер, состоящий из прямого и обратного прохождения электричества между двумя покрытиями конденсатора. Как указано на стр. 92, проф. Генри пришел к тому же выводу в 1842 году, а Гельмгольц - в 1847 году; но Томсон глубоко прозрел это явление, а его математический анализ очень примечателен.

Подобно тому, как движения зубцов камертона взад-вперед порождают звуковые волны в воздухе, так и электрические колебания, вызванные разрядом конденсатора, создают во всемирном эфире электрические волны, которые разносят новости мира по континентам и океанам с немыслимой скоростью.

По особой просьбе сэр Уильям Томсон прочитал в 1884 году курс лекций в Университете Джона Хопкинса в Балтиморе перед аудиторией "профессиональных сокурсников по физическим наукам", как он называл *элиту* американских ученых, числом двадцать один человек, собравшихся послушать его. Этих выдающихся физиков он также ласково называл своими "двадцатью одним коэффициентом".

Предметом была волновая теория света, и целью лектора было показать, насколько явления света, такие как его пропускание, преломление и рассеяние, могут быть объяснены в рамках теории упругого твердого тела эфира, которая делает эту гипотетическую среду жесткой, высокоэластичной и негравитационной. С самой первой лекции сэр Уильям занял холодную и неуверенную позицию по отношению к конкурирующей теории Клерка Максвелла, согласно которой свет является электромагнитным явлением; и хотя его собственная представляла огромные трудности, а ее соперница была общепризнанной, профессор-ветеран заверил своих слушателей, что теория упругого твердого тела является "единственной надежной основой для волновой теории света на нынешнем (1884 г.) уровне наших знаний".

Несмотря на энергию, которую он проявлял, свою блестящую аргументацию и четкую логику, Кельвин не нашел новообращенных среди своих "двадцати одного коэффициента"; и вскоре стало очевидно, что он отстаивал проигранное дело. Ньютон делал то же самое, когда упорно

придерживался корпускулярной теории света; и при этом, надо сказать, он задержал принятие волновой теории и прогресс науки на сто лет.

Через несколько лет после балтиморских лекций официальное признание его выдающихся заслуг и выдающегося положения в науке пришло к сэру Уильяму Томсону, когда в 1892 году он был возведен в звание пэра с титулом барона Кельвина из Незерхолла, причем Кельвин - это название ручья, который протекает рядом со зданиями Университета Глазго и впадает в Клайд, а Незерхолл - это название его загородной резиденции в Ларгсе, в графстве Эйршир, в 40 милях от Глазго.

Что касается структуры материи, Кельвин дожил до того, чтобы увидеть, как "атом" его юности и зрелости разлетелся на осколки, а атомная теория материи быстро уступила место электронной. Хотя он открыто относился к новой школе физики, он был сдержан и консервативен по отношению к революционной доктрине экстремальных радиоактивистов. Он не верил в превращение одной элементарной формы материи в другую и яростно боролся с теорией самопроизвольного распада атома.

Несмотря на долгую жизнь, посвященную изучению математической и экспериментальной физики, в течение которой Кельвин разгадал множество сложных проблем электричества и магнетизма и добавил множество прекрасных нитей в структуру наших знаний в области электростатики и электрокинетики, этот выдающийся человек, признанный лидер в области физической науки, сделал публичное признание в 1896 году, которое вызвало большой переполох во всем научном мире. Это было по случаю празднования золотого юбилея его профессорства натурфилософии в Университете Глазго. Делегаты съехались со всех концов света; короли и принцы прислали своих представителей; университеты и ученые общества всех стран Старого и Нового Света соперничали друг с другом в воздании почестей ученому, который так долго и так заметно участвовал в достижениях эпохи. Именно по этому торжественному случаю и в присутствии столь знатного собрания Кельвин сделал удивительное признание, что, хотя он был прилежным исследователем электричества и магнетизма в течение периода, превышающего пятьдесят лет, и хотя он каждый день в течение сорока лет размышлял над природой эфира и строением материи, он знал об их сущности, о том, что они собой представляют на самом деле, не больше, чем знал в начале своей профессиональной деятельности.

Это признание, примечательное благодаря человеку, сделавшему его, и обстоятельствам, при которых оно было сделано, всегда казалось автору этих строк, что в нем больше разочарования, чем полного провала. Великий аналитический ум Кельвина рано и настойчиво стремился проникнуть в тщательно охраняемые тайны природы; и поскольку госпожа Природа не уступила его совету "сезам, откройся", а упорствовала в своей скрытности, философ впал в пессимизм и разочаровался; и, находясь под влиянием таких чувств, он подвел итог своего жизненного поиска окончательных проблем науки и объявил его "неудачей".

"Неудачей" это не было, если наука - это открытие и регистрация законов Бога, открытых во вселенной разума и материи; ибо немногие люди его поколения, если вообще были, внесли большой вклад первого порядка в теорию электростатики, в учение об энергии, в гидродинамику и термоэлектрические свойства материи. Эта нотка разочарования, или вопль уныния, уже звучала раньше у Фарадея, который сказал, что чем больше он изучает электрические явления, тем меньше, по-видимому, знает о самом электричестве. Разве Лаплас

не был движим родственным чувством, когда говорил о бесконечности нашего невежества? Наконец, не было ли это острое ощущение наших ограниченных возможностей именно тем, что после всех его открытий в математике, оптике и небесной механике заставило Ньютона сравнить себя с ребенком, стоящим на берегу моря, а перед ним раскинулся необъятный океан истины, непостижимый и неизведанный?

Кельвин подал миру прекрасный пример, когда, оставив кафедру, которую он занимал пятьдесят пять лет в Университете Глазго, он немедленно внес свое имя в список студентов, намекая таким поступком, что, независимо от того, является ли человек ординарным профессором натурфилософии или заслуженным профессором, он всегда должен оставаться студентом, находящимся в тесном контакте с природой.

Лорд Кельвин имел счастье наслаждаться хорошим здоровьем на протяжении всех лет своей долгой карьеры, и этим счастьем он был обязан отчасти природе, а отчасти также простоте, бережливости и регулярности своей жизни.

Как уже говорилось, он любил путешествовать по европейским водам на своей яхте "*Лалла Рукх*" в летние месяцы и даже выходить в Атлантику до Мадейры, поскольку,

Он любил море, и более того,
больше всего он любил находиться вдали от берега.

Однако в последующие годы из-за невралгии лицевого нерва он привык проводить каждое лето месяц или около того с леди Келвин в Экс-ле-Бен, и эти визиты всегда приносили ему много пользы.

Проводя некоторые эксперименты в коридоре своего прекрасного дома в Нетерхолле, 23 ноября 1907 года он простудился, от чего так и не оправился, несмотря на заботы и внимание, которыми его с любовью окружали. Бюллетени, которые были выпущены относительно его состояния, читались во всем мире с большим беспокойством, чем если бы они касались правящего монарха или предполагаемого наследника. Каждый учитель физики, математики или экспериментатор; каждый человек, заинтересованный в развитии науки и распространении знаний, с тревогой ожидал новостей из палаты выдающегося пациента - новостей, которые были переданы на край света с помощью сифонного самописца, изобретенного умирающим ученым в расцвете его жизни; и когда пришло известие, что Кельвин испустил последний вздох, эта телеграмма вызвала всеобщую скорбь по поводу угасания ярчайшего света эпохи и потери ведущего ученого, образцового человека и верного христианина.

Так сложилось, что человек, считавшийся величайшим со времен Ньютона, был похоронен в Вестминстерском аббатстве, а бранные останки лорда Кельвина нашли пристанище рядом с могилой гения, который придумал *Principia* и открыл закон тяготения, управляющий планетной и звездной вселенной.

Если бы меня попросили сказать, что больше всего впечатлило меня в лорде Кельвине, я бы упомянул сердечную манеру, с которой он приветствовал тех, кто обращался за советом; ободрение, которое он оказывал студентам; его абсолютную преданность истине; его беспристрастность и прямоту; его благоговение при решении проблем души и судьбы человека;

и равномерное, безмятежное счастье его жизни, обусловленное, по мнению Бога, его глубокой религиозной верой и благородной христианской жизнью.

Будучи человеком твердых убеждений, Кельвин, однако, не скрывал свою религию, а хранил ее в глубине своего сердца, где ее никогда не тревожили колебания и постоянно меняющиеся формы индивидуального мнения. Он спокойно, но неизменно утверждал, что физическая наука требует существования и действия творческой силы; и он не уклонялся от подтверждения этого убеждения всякий раз, когда обстоятельства, казалось, требовали этого, как это было в памятном случае его президентского обращения к членам Британской ассоциации в 1871 году. Завершая эту блестящую речь, он сказал: "Но сильные, непреодолимые доказательства разумного и благожелательного замысла лежат повсюду вокруг нас; и если когда-либо затруднения, будь то метафизические или научные, отворачивают нас от них на время, они возвращаются к нам с непреодолимой силой, показывая нам через природу влияние свободной воли и уча нас, что все живые существа зависят от одного вечно действующего Создателя и Правителя".

Однажды, испытывая особое отвращение к материалистическим взглядам тех, кто, отрицая существование Творца, приписывал чудеса природы, живой и неодушевленной, силе случайного сочетания атомов, он написал Либиху, спрашивая его, можно ли сформировать лист или цветок или даже заставить их расти с помощью химических сил, на что получил многозначительный ответ от знаменитого химика из Гиссена: "Я бы охотнее поверил, что книга по химии или ботанике может вырасти из мертвой материи с помощью химических процессов".

Мы уже упоминали об обычае, установившемся в Университете Глазго, начинать ежедневные занятия с призывания благословения небес на предстоящую работу. Обладая свободой в вопросе выбора, проф. Томсон выбрал для этой цели молитву из утренней службы Англиканской Церкви, которая гласит: "О Господь, наш небесный Отец, всемогущий и вечный Бог, который благополучно привел нас к началу этого дня; защити нас в том же Своей могущественной силой; и даруй, чтобы в этот день мы не впадали в грех и не подвергались какой-либо опасности; но чтобы все наши поступки были упорядочены Твоим управлением, чтобы мы всегда делали то, что праведно в Твоих глазах; через Иисуса Христа, Господа нашего, аминь".

Академические почести были оказаны лорду Кельвину учебными заведениями, древними и современными; он был доктором философии в Оксфорде, Кембридже и Лондоне; он был президентом Королевского общества с 1890 по 1895 год; президентом Британской ассоциации в 1871 году; Кавалером Прусского ордена *за веру* и иностранным сотрудником *Института Франции*.

Его опубликованные работы включают "Трактат по естественной философии", 2 тома, написанный в сотрудничестве с проф. Дж. Тейт из Эдинбурга (двух авторов часто называли Т и Т'); "Вклад в электростатику и магнетизм"; "Сборник математических и физических работ", 3 тома.; "Популярные лекции и обращения", 3 тома; и "Балтиморские лекции". Они, а также приборы, которые он изобрел для навигации, для лучшей лабораторной работы, а также для коммерческого измерения тока, потенциала и энергии, образуют памятник лорду Кельвину, который будет называться *эре Перенниус*.

Брат Потамиан.

СНОСКИ:

[35] Вода была разложена в 1789 году Ван Трооствейком и Катберсоном с помощью искр от электрической машины. Профессор Оствальд считает это первым случаем разложения химического соединения под действием электричества.

[36] Наперсток был позаимствован у мисс Фитцджеральд, дочери рыцаря Керри, которая жила в Валенсии.

[37] Разобран несколько лет назад на металлолом.

Примечания переписчика:

Страница 5, "проходы" заменены на "прохождение" (... гвозди с проходящих судов и то, как деревянные колышки заменяли гвозди на судах ...)

Страница 27, "Конвилл" заменено на "Гонвилл" (Gonville and Caius, Кембридж)

Страница 36, добавлено слово "of" (... эффективно способствовать продвижению обучения.)

Страница 98, заменено "Философский" на "Философский" (Philosophical Transactions)

Страница 145, слово "формальный" заменено на "прежний" (... мышца восстановит прежнее движение ...)

Страница 169, изменено "непреднамеренно" на "непреднамеренно" (... пропускать приемы пищи и непреднамеренно откладывать...)

Страница 206, изменено "cicumstances" на "обстоятельства" (... что при обычных обстоятельствах все...)

Страница 246, два случая "психологии" заменены на "психологию" (... широко известны как студенты-психологи, из которых ...); (... большая страсть к психологии и...)

Страница 266, заменено "Allegmeine" на "Allgemeine" (... Немецкий биограф в Allgemeine Deutsche...)

Страница 296, изменено "знаю" на "известный" (... кто близко знал его:...)

Страница 319, заменил "гальванометр" на "гальванометр" (... машина отклонила стрелку его гальванометра в...)

Страница 340, заменено "Абдердин" на "Абердин" (... физические науки в колледже Маришал, Абердин.)

Страница 367, изменено "реальное" на "относительное" (... мысли, возникшие в связи с проблемами...)

Страница 368, изменено "поверхность" на "surface" (... когда мы опускаемся ниже поверхности земли, он...)

Страница 400, изменен порядок номеров записей в индексе "Генри; Джозеф"

Страница 400, "Кепплер" заменено на "Кеплер"

Страница 401, добавлена недостающая ссылка страницы "65" на "Магомет; саркофаг"

Страница 402, изменено "Поггендорф" на "Поггендорф"

Страница 404, изменен алфавитный порядок слов "Винкельман"

Обновлен указатель иллюстраций, в который включены рисунки 22-27.